

Методы оценки выраженности спаечного процесса в эксперименте и клинике

© А.Н. СЕРГЕЕВ¹, А.М. МОРОЗОВ^{1,2}, Н.Ю. ЕПИФАНОВ³, А.М. РАЧЕК⁴, М. КЕРИМОВА¹

¹Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Российская Федерация

²Городская клиническая больница № 7, Тверь, Российская Федерация

³Городская клиническая больница имени С.С. Юдина, Москва, Российская Федерация

⁴Солнечногорская центральная областная больница, Московская область, Российская Федерация

В статье, на основе литературных источников, изложены основные известные методы объективной оценки выраженности спаечного процесса брюшной полости. Отдельно рассмотрены шкалы, используемые в экспериментальных исследованиях in vivo и в клинике. С учётом разнообразных целей и задач экспериментальной работы, предложен широкий ассортимент шкал, учитывающих вид животных, степень вовлечения в спаечный процесс зоны хирургического вмешательства, деформацию полого органа, степень распространенности процесса в брюшной полости, плотность и форму сращений, их васкуляризацию или комбинацию вышеуказанных критериев. Наиболее универсальной в клинической практике представляется шкала Peritoneal Adhesion Index, учитывающая выраженность и распространенность спаечного процесса, а также физические свойства перитонеальных сращений. С учётом задач клинического исследования, с высокой степенью объективности и информативности могут быть применены упрощенные или более подробные шкалы, характеризующие адгезивный процесс.

Ключевые слова: спаечный процесс; брюшная полость; объективная оценка

Methods for Assessing the Severity of Adhesions in the Experiment and Clinical Setting

© A.N. SERGEEV¹, A.M. MOROZOV^{1,2}, N.YU. EPIFANOV³, A.M. RACHEK⁴, M. KERIMOVA¹

¹ Tver state medical University, Tver, Russian Federation

²City Clinical Hospital № 7, Tver, Russian Federation

³ City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russian Federation

⁴Solnechnogorsk Central Regional Hospital, Moscow Region, Russian Federation

The paper highlights major known approaches for an objective assessment of the severity of the adhesive process in the abdominal cavity. The scales used in experimental studies in vivo and in the clinic are considered separately. Considering various goals and objectives of experimental study, a wide range of scales has been proposed, taking into account the type of animals, the degree of the surgical zone involvement in the adhesive process, deformation of a hollow organ, degree of prevalence of the process in the abdominal cavity, adhesion density and shape, their vascularization, or a combination of the above criteria. The most universal scale applied in the clinical setting is Peritoneal Adhesion Index (PAI), which takes into account the severity and prevalence of the adhesive process, and the physical properties of peritoneal adhesions. To satisfy the objectives of a clinical study, simplified (Nair et al.) or more detailed scales (Ayushinova N.I. and co-authors) characterizing an adhesive process can be applied with a high degree of objectivity and informative.

Keywords: adhesive process; abdominal cavity; objective assessment

Спаечная болезнь брюшной полости представляет собой комплекс патологических состояний, связанных с образованием спаек в брюшной полости вследствие воспалительных заболеваний или травм внутренних органов [1, 2], и до настоящего времени остается сложной и актуальной проблемой хирургии [3, 4]. Развитие спаечного процесса обусловлено способностью брюшины реагировать на повреждение в виде воспалительной реакции с образованием спаек, ограничивающих место воздействия и препятствующих распространению патологического процесса в брюшной полости [5, 6].

Массивный спаечный процесс способен значительно нарушить функцию внутренних органов, покрытых серозной оболочкой. При этом исход спайкообразования невозможно прогнозировать, а последствия данного осложнения зачастую оказываются весьма тяжелыми [7-9].

Степень выраженности спаечного процесса может быть обусловлена конституциональными особенностями организма [10]. В этом случае среди патогенетических механизмов отмечают нарушение метаболизма соединительной ткани, индивидуальные генетические особенности обмена коллагена и его предшественников [1]. Важными факторами в раз-

витии воспалительной реакции и образовании спаек являются степень альтерации, отложения перитонеального фибрина, характер и объем микробной контаминации и биологическая негерметичность швов полых органов брюшной полости [3, 11-13].

Частота развития внутрибрюшных спаек варьирует от 40% после лапароскопии по поводу женского бесплодия до 93-97% после абдоминальных операций и открытых гинекологических процедур [7, 14-16]. Отмечается высокий показатель развития спаечной болезни после операций на ободочной кишке, что служит поводом для повторной госпитализации в течение года [15].

К сожалению, современные лапароскопические технологии не всегда оказываются эффективными при хирургическом лечении хронической спаечной болезни брюшины [7, 17]. Внутрибрюшные спайки являются причиной увеличения продолжительности повторных операций, наркоза, неудовлетворительных результатов лечения, низкого качества жизни пациентов, увеличения частоты ранних послеоперационных осложнений, ятрогенных повреждений органов брюшной полости, увеличения затрат на лечение и реабилитацию больных [10, 18-20].

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности исследований этиологии и патогенеза спайкообразования, а также разработок новых методов профилактики и лечения спаечной болезни брюшной полости. В связи с этим, изучение выраженности спаечного процесса в эксперименте и клинической практике имеет большое значение для объективной оценки эффективности внедряемых методик и результатов хирургических вмешательств [1, 8, 21].

Цель

Целью настоящего литературного обзора явилось изучение спектра методов оценки выраженности спаечного процесса и выбор на основании литературных сведений наиболее информативных методик при проведении экспериментальных исследований и оценки результатов хирургического лечения в клинике.

Материалы и методы

Методы оценки выраженности спаечного процесса в эксперименте

Сергеев А.Н. при изучении эффективности использования биологически активных шовных материалов в эксперименте на кроликах применил шкалу, предложенную Кадыковым В.А. (1998 г.) с поправками на особенности хирургических вмешательств – наложение кишечного шва на ободочную кишку, рассеченную в поперечном направлении на $\frac{1}{2}$ своего диаметра [22, 23]. В соответствии с этой шкалой 0 баллов означал отсутствие спаечного процесса в брюшной полости; 1 — единичные «точечные» спайки сальника с кишечным швом или единичные (1–2) спайки или штранги в брюшной полости; 2 — вовлечение в

спаечный процесс $\frac{1}{2}$ длины линии кишечного шва или несколько (больше 2-х) спаек в брюшной полости; 3 — вовлечение в спаечный процесс всей зоны кишечного шва; 4 — массивный спаечный процесс брюшной полости с образованием конгломерата органов.

Шкала оказалась достаточно информативной и позволила доказать, что степень спаечного процесса при наложении толстокишечного шва биологически активными нитями достоверно ниже по сравнению с контрольной группой, где использовался инертный шовный материал. Это может быть связано с влиянием антимикробных препаратов, входящих в состав нитей и повышающих биологическую герметичность шва [12, 24].

Акентьева Т.Н. и соавторы при изучении влияния шовного материала на процесс образования спаек в брюшной полости в эксперименте на крысах применили оценочную шкалу, согласно которой «0» баллов присваивали в случае отсутствия спаек, «1» — при появлении единичных спаек, охватывающих менее 25% брюшной полости, «2» — до 50% брюшной полости, «3» — до 75% и «4» — при множестве плотных массивных и васкуляризованных спаек с площадью распространенности более 75% в брюшной полости. Суммирование баллов и оценка критериев спайкообразования позволили выделить 3 степени выраженности спаечного процесса: первая – легкая (от 1 до 4 баллов), вторая – умеренная (от 5 до 8 баллов), а третья относилась к массивной степени (от 8 и более баллов).

Применение данной шкалы позволило выяснить, что применение модифицированного шовного материала снижает выраженность воспалительной реакции и спайкообразования, а использование полипропиленовых нитей приводило к формированию плотных и массивных спаек [21].

Шурыгина И.А. и соавторы в исследовании, посвященном изучению эффективности препарата Adept для профилактики спайкообразования в брюшной полости, в эксперименте на крысах применили оригинальную шкалу макроскопической оценки выраженности спаечного процесса. Учёные вскрывали серозно-мышечный слой слепой кишки с последующим ушиванием раны и скарифицировали париетальную брюшину правого бокового канала с последующей оценкой спаечного процесса. Согласно шкале «0» баллов соответствовал отсутствию каких-либо сращений; «1» - единичным пленчатым спайкам между органом и брюшной стенкой; «2» - единичным (до двух) рыхлым спайкам между органами и брюшной стенкой; «3» - плотным нескольким (более двух) спайкам между органами и брюшной стенкой в сочетании с сужением просвета кишки до $\frac{1}{2}$ просвета; «4» - множественным выраженным плотным спайкам.

По мнению исследователей, применение препарата Adept оказалась не эффективным для профилактики развития спаечного процесса [8, 25].

Соколова Т.Ф. и соавторы изучали влияние патологические механизмы влияния гемоперитонеума в развитии спаечной болезни. Для этого в эксперименте на белых крысах исследователи моделировали гемоперитонеум путем однократного внутрибрюшинного введения в проекции каудальной трети белой линии живота стерильной аутокрови с последующей релапаротомией и ревизией.

Исследователями обнаружено формирование грубых межорганных сращений в местах скопления свернувшейся крови, а также определено значение цитокинов и транскрипционного фактора NF-κB в патологическом механизме развития спаечного процесса в условиях гемоперитонеума [4].

Гомон М.С. и соавторы в исследовании на экспериментальной модели на крысах изучили влияние иммуномодулятора Дерината на ремезотелизацию париетальной брюшины. По мере выведения из опыта изучали состояние органов брюшной полости при помощи визуальной оценки выраженности спаечного процесса и методики семантического дифференциала – балльной системы, состоящей в интегральной оценке распространенности спаечного процесса, степени деформации органов брюшной полости и выраженности отдельных видов спаек с учетом коэффициента значимости каждого показателя.

Исследователи выяснили, что введение в брюшную полость геля с депонированным иммуномодулятором Деринатом у животных уменьшает вероятность формирования внутрибрюшных спаек [26].

Simone V.B. и соавторы при оценке эффективности гипербарической оксигенации для профилактики образования спаек в брюшной полости после лапаротомии в эксперименте на крысах использовали шкалу Mazzi, основанную на макроскопическом описании брюшной полости, в которой «0» баллов соответствовал отсутствию спаек, «1» – отдельным мелким спайкам, «2» – единичным легко отделяемым спайкам средней выраженности, «3» – неоднородным и трудно разделяемым, «4» – однородным, плотным и неразделяемым сращениям.

Согласно результатам исследования, послеоперационная гипербарическая оксигенация у крыс не изменяла частоту развития неопластического процесса, но уменьшала плотность спаек в брюшной полости и способствовала пролиферации сосудов [27].

С целью изучения влияния пересадки жировой ткани на профилактику образования перитонеальной адгезии Mervi Laukka и соавторы использовали экспериментальную модель спаечного процесса брюшной полости у мышей. Спайки индуцировали механически, а свободный жировой трансплантат вводили перитонеально сразу после травмы.

Для оценки спаечного процесса использовали шкалы adhe (для небольших) и ADHE (для обширных спаек), основанные на протяженности сращений и их физических свойствах. Согласно шкале adhe «0» бал-

лов означал отсутствие спаек, «1» балл соответствовал протяженности спаек в 1-2 мм, «2» балла – 3-5 мм, «3» – более 5 мм.

При оценке физических свойств «0» баллов присваивали в случае отсутствия адгезии, «1» балл – при освобождении брюшины путем мягкой тракции пинцетом, «2» балла – при разделении сращений тупым путем и «3» - при разделении острым путем. Полученные баллы суммировали, что позволило получить достаточно объективную оценку. Было выявлено, что пересадка жировой ткани ингибирует образование перитонеальных спаек у мышей и способствует заживлению брюшины, благодаря быстрой регенерации перитонеального мезотелиального клеточного слоя [28].

Изучение выраженности спаечного процесса явилось неотъемлемой частью другого эксперимента, посвященного изучению антиадгезивного эффекта биорассасывающейся полимерной пленки из полиэтиленгликоля и полимолочной кислоты. О степени адгезивности судили на основании макроскопического описания, согласно которому «0» баллов означало отсутствие адгезии, «1» балл – вовлечению в спаечный процесс менее 25% поврежденной области, «2» – от 25 до 50%, «3» – от 50 до 75% и «4» балла – от 75 до 100% травмированной зоны. При этом, биорассасывающаяся пленка оказалась эффективной для предотвращения образования перитонеальных спаек [11].

Ali Reza Negahi и соавторы оценили влияние биодеградируемой полилактидной антиадгезионной пленки SurgiWrap на степень перитонеальной адгезии и заживление анастомоза толстой кишки у кроликов. Для оценки выраженности спайкообразования использовали индекс перитонеальной адгезии, используемый, как правило, в клинических условиях и подробно описанный нами ниже. При этом выявлено, что биоабсорбируемый полилактидный барьер обладает антиадгезионным действием, но не подходит для кишечного анастомоза у кроликов [29].

Hussein Atta и соавторы в эксперименте на крысах оценили влияние фенформина на формирование послеоперационных перитонеальных спаек. Спайки оценивали следующим образом: «0» соответствовал отсутствию спаек; «1» – аваскулярной и легко лизируемой спайке; «2» - кровоснабжаемой и легко лизируемой спайке, но кровоточащей во время лизиса; «3» – толстому сращению, требующему хирургического рассечения. Тяжесть спаечного процесса рассчитывали как отношение количества тяжелых спаек (2 и 3 степени) к общему числу животных, а также учитывали количество животных со спайками. Основным выводом этого исследования явилось то, что препарат был способен успешно трансдуцировал спайки, что приводило к значительному снижению тяжести перитонеальных спаек [30].

Методы оценки выраженности спаечного процесса в клинике

В клинической практике применяются более подробные характеристики спаечного процесса, учитывающие не только распространенность спаечной болезни брюшной полости, но также морфологические, клинические и топографо-анатомические особенности спаек. По форме выделяют плоскостные, пленчатые, шнуровидные и тракционные спайки, а также сращения сальника с внутренними органами или париетальной брюшиной. По плотности спайки могут быть рыхлыми и плотными [20]. Одной из наиболее популярных является топографо-анатомическая классификация, предложенная О.И. Блинниковым. Согласно последней, распространенность выявленного спаечного процесса может быть четырех степеней: локальный спаечный процесс, ограниченный областью рубца (1 степень), локальный в сочетании с единичными спайками в других областях (2 степень), спаечный процесс распространен на один этаж брюшной полости (3 степень) и процесс охватывает 2/3 брюшной полости и более (4 степень) [31].

Разработке удобной методики оценки выраженности спаечного процесса было посвящено исследование Аюшиновой Н.И. и соавторов. Ученые провели ретроспективный анализ историй болезни пациентов, поступивших на стационарное лечение по экстренным показаниям с клиникой кишечной непроходимости. Были использованы различные шкалы, основанные на макроскопическом описании перитонеальных сращений, в том числе шкала Nair et al., когда «0» баллов соответствует отсутствию спаек; «1» – одиночной невазуляризированной спайке между внутренними органами либо органом и брюшной стенкой, «2» – двум спайкам ограниченного кровоснабжения и умеренной толщины, «3» – трём и более хорошо васкуляризованным толстым спайкам и «4» – формированию конгломерата внутренних органов, плотно спаянных с брюшной стенкой [32].

Для объективной оценки выраженности спаечного процесса, исследователи разработали шкалу оценки, которая учитывает не только количество и локализацию спаек в брюшной полости, но и их строение, наличие или отсутствие васкуляризации, а также наличие деформации кишечной трубки. Последняя основана на ряде критериев: количество спаек (одиночная, 2 спайки, более 2 спаек, конгломерат), строение спаек (пленчатые; рыхлые, аваскулярные; плотные, васкуляризованные), распространенность сращений (1 анатомическая область; 1 этаж брюшной полости; 2 этажа брюшной полости; более 2 этажей), наличие деформации кишечной трубки (легкая; умеренная без сужения просвета; сужение до 1/2; сужение более 1/2 просвета кишечника). В соответствии с указанными критериями, исследователи выделили 3 степени спаечного процесса: 0–4 балла – 1-я степень (малозначимый процесс адгезии); 5–10 баллов – 2-я степень (средний процесс адгезии); 10 баллов и выше – 3-я степень (массивный процесс ад-

гезии). По мнению авторов, данная шкала оказалась объективным методом оценки адгезивного процесса в брюшной полости, позволяющим прогнозировать вероятность оперативного лечения [14, 32, 33].

Весьма распространенной, благодаря своей универсальности, стала шкала Peritoneal Adhesion Index (перитонеальный индекс адгезии), предложенная D. S. Salomone производится заполнение карт больных со схематичным изображением передней брюшной стенки, разделенной на 9 квадрантов.

Выраженность спаечного процесса оценивается в каждом из них по следующей шкале: «0» баллов – нет спаек, 1 – пленочные спайки, разделяемые тупым путем, «2» балла – твердые сращения, разделяемые острым путем, «3» балла – очень прочные твердые васкуляризованные спайки, разделяемые острым путем с вероятностью повреждения тканей [34, 35]. В зависимости от степени спайкообразования каждой анатомической области присваивается конкретный балл, сумма которых составляет индекс перитонеальной адгезии (РАИ) в диапазоне от 0 до 30, тем самым давая точное описание внутрибрюшного спаечного процесса [36].

В частности, Жидков С.А. и соавторы для определения оценки выраженности спаечного процесса применили шкалу, предложенную Salomone D.S. Ими был проведен ретроспективный анализ пациентов, оперированных по поводу спаечной болезни брюшной полости, осложнённой острой кишечной непроходимостью. Благодаря использованию данной шкалы было выявлено, что спаечный процесс был наиболее выражен у лиц моложе 40 лет и преимущественно был локализован в мезогастральной области передней брюшной стенки, в околопупочной, правой боковой и подвздошной областях [35, 37].

Обсуждение

Спаечный процесс до настоящего времени представляет актуальную проблему абдоминальной хирургии [5, 21]. Внедрение в клиническую практику новых методов профилактики развития спаечного процесса и вариантов хирургических вмешательств, направленных на снижение травматичности манипуляций, должно быть основано на объективных данных [2, 8, 11, 22, 38].

В связи с этим, актуальным направлением современной медицинской науки является изучение патогенетических механизмов формирования перитонеальных сращений, а также разработка новых методов профилактики и лечения спаечного процесса. Внедрению в клиническую практику препаратов и методик предшествует изучение эффективности и безопасности последних в эксперименте *in vivo* [8, 11, 16].

Этиология и патофизиологические процессы, лежащие в основе спайкообразования, различны, что обуславливает основные направления научно-исследовательской деятельности: повышение герметичности

кишечного шва, снижение микробной контаминации и степени альтерации, ингибция процесса отложения перитонеального фибрина, стимуляция фибринолиза, изоляция зоны повреждения [3, 20, 18, 38].

Новые методы профилактики могут быть направлены на различные звенья патогенеза, влиять на распространенность спаечного процесса, их форму или строение. Соответственно, для изучения выраженности спаечного процесса в эксперименте исследователи в зависимости от цели исследования и вида экспериментальных животных, как правило, предпочитают разрабатывать новые или усовершенствовать известные шкалы, учитывающие степень вовлечения в спаечный процесс зоны анастомоза или кишечного шва, деформацию полого органа, степень распространенности процесса в брюшной полости, плотность и форма сращений, их васкуляризацию или комбинацию вышеуказанных критериев [4, 8, 21, 25-28]. Большинство исследователей используют четырехбалльную шкалу, при этом в отдельных случаях осуществляют подсчет баллов.

Не менее важным является изучение спаечного процесса в клинике. Это, с одной стороны, позволяет оценить результаты выполненных ранее оперативных вмешательств, с другой – является одним из критериев сравнения групп больных, у которых применялся тот или иной метод лечения спаечной болезни. Согласно данным литературы, в клинических условиях методы оценки выраженности спаечного процесса в брюшной полости разделяют на визуальные (макроскопические), морфологические (микроскопические) и комплексные.

Для оценки распространенности спаечного процесса разработаны шкалы, учитывающие его распространенность в брюшной полости, локализацию, количество и строение спаек, наличие или отсутствие васкуляризации и наличие деформации кишечной трубки [20, 31, 32, 34].

В клинической практике, с нашей точки зрения, основными требованиями, предъявляемыми к шкалам оценки спайкообразования, являются объективность и простота применения.

Список литературы

1. Евтушенко Д.А. Профилактика спаечного процесса у больных, оперированных на органах брюшной полости. *Вестник неотложной и восстановительной медицины*. 2013; 4:14: 459-461.
2. Самарцев В.А., Гаврилов В.А., Пушкарев Б.С., Паршаков А.А., Кузнецова М.П., Кузнецова М.В. Спаечная болезнь брюшной полости: состояние проблемы и современные методы профилактики. *Пермский медицинский журнал*. 2019; 36:3:72-90. doi: 10.17816/pmj36372%90.
3. Cheng-Chung Fang, Tzung-Hsin Chou, Jenq-Wen Huang, Chien-Chang Lee, Shyr-Chyr Chen. The Small Molecule Inhibitor QLT-0267 Decreases the Production of Fibrin-Induced Inflammatory Cytokines and Prevents Post-Surgical Peritoneal Adhesions. *Scientific Reports*. 2018; 8:9481:1-12. doi: 10.1038/s41598-018-25994-5.
4. Соколова Т.Ф., Скальский С.В., Зырянов С.К. Некоторые молекулярные механизмы развития спаечного процесса (Экспериментальное исследование). *Успехи современной науки*. 2017; 2:12: 35-39.
5. Андреев А.А., Остроушко А.П., Кирьянова Д.В., Сотникова Е.С., Бритиков В.Н. Спаечная болезнь брюшной полости. *Вестник экс-*

В клинических условиях шкала, предложенная Аюшиновой Н.И. и соавторами, является объективным инструментом оценки адгезивного процесса у оперированных больных, поскольку учитывает не только количество и локализацию спаек в брюшной полости, но и их строение, наличие или отсутствие васкуляризации, а также наличие деформации кишечной трубки [14, 32, 33].

В то же время, с точки зрения универсальности, представляет интерес шкала Peritoneal Adhesion Index, учитывающая выраженность и распространенность спаечного процесса, а также физические свойства перитонеальных сращений. Шкалу отличает простота заполнения схематических карт, благодаря чему она может быть успешно применена при интраоперационной оценке выраженности спаечного процесса [35-37].

Заключение

Таким образом, для изучения выраженности спаечного процесса в эксперименте в настоящее время разработан широкий ассортимент шкал, учитывающих вид животных, степень вовлечения в спаечный процесс зоны хирургического вмешательства, деформацию полого органа, степень распространенности процесса в брюшной полости, плотность и форму сращений, их васкуляризацию или комбинацию вышеуказанных критериев. В клинической практике наиболее универсальной представляется шкала Peritoneal Adhesion Index, учитывающая выраженность и распространенность спаечного процесса, а также физические свойства перитонеальных сращений. Для более подробной характеристики адгезивного процесса целесообразно использовать шкалу, предложенную Аюшиновой Н.И. и соавторами, которая учитывает количество и локализацию спаек в брюшной полости, их строение, степень их васкуляризации и деформации полого органа.

Дополнительная информация

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

References

1. Yevtushenko DA. Prevention of adhesive process in patients operated on abdominal organs. *Vestnik neotlozhnoi i vosstanovitel'noi meditsiny*. 2013; 4:14: 459-461. (in Russ.)
2. Samartsev VA, Gavrilov VA, Pushkarev BS, Parshakov AA, Kuznetsova MP, Kuznetsova MV. Adhesive disease of the abdominal cavity: the state of the problem and modern methods of prevention. *Permskii meditsinskii zhurnal*. 2019; 36:3:72-90. doi: 10.17816/pmj36372%90. (in Russ.)
3. Cheng-Chung Fang, Tzung-Hsin Chou, Jenq-Wen Huang, Chien-Chang Lee, Shyr-Chyr Chen. The Small Molecule Inhibitor QLT-0267 Decreases the Production of Fibrin-Induced Inflammatory Cytokines and Prevents Post-Surgical Peritoneal Adhesions. *Scientific Reports*. 2018; 8:9481:1-12. doi: 10.1038/s41598-018-25994-5.
4. Sokolova TF, Skalsky SV, Zyryanov SK. Some molecular mechanisms of the adhesive process development (Experimental study). *Uspekhi sovremennoi nauki*. 2017; 2:12: 35-39. (in Russ.)
5. Andreev AA, Ostroushko AP, Kiryanova DV, Sotnikova ES, Britikov VN. Adhesive disease of the abdominal cavity. *Vestnik eks-*

- периментальной и клинической хирургии. 2017; 4(11): 320-326. doi: 10.18499/2070-478X-2017-10-4-320-326.
6. Zindel J, Mittner J, Bayer J, April-Monn SL, Kohler A, Nusse Y, Dosch M, Büchi I, Sanchez-Taltavull D, Dawson H, Gomez de Agüero M, Asahina K, Kubes P, Macpherson AJ, Stroka D, Candinas D. Intraperitoneal microbial contamination drives post-surgical peritoneal adhesions by mesothelial EGFR-signaling. *Nat Commun.* 2021; 12: 7316:1-17. doi: 10.1038/s41467-021-27612-x.
 7. Nick J, Welle, Hussain Sajjad, Azure Adkins, Bracken Burns. Bowel Adhesions. StatPearls. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.* 2022.
 8. Шурыгина И.А., Аюшинова Н.И., Чепурных Е.Е., Шурыгин М.Г. Способ профилактики спаечной болезни брюшной полости. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология.* 2017; 10(146): 83-87.
 9. Taufiek Konrad Rajab, Katerina O Kimonis, Erden Ali, Anaeze C Offodile 2nd, Matthew Brady, Ronald Bleday. Practical implications of postoperative adhesions for preoperative consent and operative technique. *International Journal of Surgery.* 2013; 11:9: 753-756. doi: 10.1016/j.ijso.2013.07.019.
 10. Сопуев А.А., Маматов Н.Н., Ормонов М.К., Эрнисова М.Э., Кудаяров Э.Э., Бауров А.Б. Этиология и патогенез спаечного процесса брюшной полости. *Вестник КГМА им. И.К.Ахунбаева.* 2020; 3: 37-45.
 11. Lucie Allègre, Isabelle Le Teuff, Salomé Leprince, Sophie Warembourg, Hubert Taillades, Xavier Garric, Vincent Letouzey, Stephanie Huberlant. A new bioabsorbable polymer film to prevent peritoneal adhesions validated in a post-surgical animal model. *PLoS One.* 2018; 13(11):1-13. doi: 10.1371/journal.pone.0202285.
 12. Сергеев А.Н., Морозов А.М., Аскеров Э.М., Сергеев Н.А., Армацов А.Р., Исаев Ю.А. Методы локальной антимикробной профилактики инфекции области хирургического вмешательства. *Казанский медицинский журнал.* 2020; 101:2: 243-248. doi: 10.17816/KMJ2020-243
 13. Розин А.В., Сергеев А.Н. Возбудители инфекции области хирургического вмешательства у пациентов общехирургического стационара. *Тверской медицинский журнал.* 2019; 1: 57-59.
 14. Аюшинова Н.И., Шурыгина И.А., Григорьев Е.Г. Шкала оценки выраженности спаечного процесса брюшной полости. *Acta biomedica scientifica (East Siberian Biomedical Journal).* 2017; 2:6(118): 96-99. doi: 10.12737/article_5a0a891f132b26.07816727.
 15. Суфияров И.Ф., Хасанов А.Г., Нуртдинов М.А., Самородов А.В., Ямалова Г.Р. Высокий уровень гликозаминогликанов сыворотки крови как независимый предиктор развития спаечной болезни брюшины. *Креативная хирургия и онкология.* 2017; 7:2: 48-53. doi: 10.24060/2076-3093-2017-7-2-48-53.
 16. Yeo Y, Kohane DS. Polymers in the prevention of peritoneal adhesions. *Eur J Pharm Biopharm.* 2008; 68(1): 57-66. doi: 10.1016/j.ejpb.2007.03.027.
 17. Нуртдинов М.А., Ямалова Г.Р., Суфияров И.Ф., Хабиров Р.Р. О роли рентгеномографического исследования в лапароскопическом лечении спаечной болезни брюшины при сочетании с желчнокаменной болезнью. *Современные проблемы науки и образования.* 2017; 3:21.
 18. Сопуев А.А., Ормонов М.К., Кудаяров Э.Э., Мамбетов А.К., Ибраев Д.Ш., Джайнаков А.Ж. Некоторые современные представления о послеоперационном спаечном процессе в брюшной полости. *Научное обозрение. Медицинские науки.* 2020; 3:21-28.
 19. Todd Hoare, Yoon Yeo, Evangelia Bellas, Joost P Bruggeman, Daniel S Kohane. Prevention of peritoneal adhesions using polymeric rheological blends. *Acta Biomater.* 2014; 10(3):1187-93. doi: 10.1016/j.actbio.2013.12.029.
 20. Bukata V, Chornomydz A. Prevention of peritoneal adhesions: from surgery to pharmacology. *Norwegian Journal of development of the International Science.* 2019; 29: 34-40.
 21. Акентьева Т.Н., Мухамадияров Р.А., Кривкина Е.О., Лызгарев С.В., Кудрявцева Ю.А. Экспериментальная оценка спаечного процесса в брюшной полости при использовании немодифицированного шовного материала и модифицированного гепарином. *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова.* 2020; 3: 29-34. doi:10.17116/hirurgia202003129.
 22. Мохов Е.М., Сергеев А.Н., Серов Е.В. О разработке новых биологически активных шовных материалов и их применении в абдоминальной хирургии. *Новости хирургии.* 2013; 21:3: 23-32. doi: 10.18484/2305-0047.2013.3.23
 23. Мохов Е.М., Сергеев А.Н., Великов П.Г. Возможности имплантационной антибиотикопрофилактики инфекции области хирургического вмешательства в неотложной абдоминальной хирургии. *Инфекции в хирургии.* 2014; 12:2: 29-34.
 24. Мохов Е.М., Сергеев А.Н. Имплантационная антимикробная профилактика инфекции области хирургического вмешательства. *Сибирское медицинское обозрение.* 2017; 3(105): 75-81. doi: 10.20333/2500136-2017-3-75-81.
 25. Шурыгина И.А., Аюшинова Н.И., Шурыгин М.Г. Оценка эффективности и безопасности применения Адепт для профилактики *eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii.* 2017; 4(11): 320-326. doi: 10.18499/2070-478X-2017-10-4-320-326. (in Russ.)
 6. Zindel J, Mittner J, Bayer J, April-Monn SL, Kohler A, Nusse Y, Dosch M, Büchi I, Sanchez-Taltavull D, Dawson H, Gomez de Agüero M, Asahina K, Kubes P, Macpherson AJ, Stroka D, Candinas D. Intraperitoneal microbial contamination drives post-surgical peritoneal adhesions by mesothelial EGFR-signaling. *Nat Commun.* 2021; 12: 7316:1-17. doi: 10.1038/s41467-021-27612-x.
 7. Nick J, Welle, Hussain Sajjad, Azure Adkins, Bracken Burns. Bowel Adhesions. StatPearls. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.* 2022.
 8. Shurygina IA, Ayushinova NI, Chepurnykh EE, Shurygin MG. Method of prevention of abdominal adhesions. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya.* 2017; 10(146): 83-87. (in Russ.)
 9. Taufiek Konrad Rajab, Katerina O Kimonis, Erden Ali, Anaeze C Offodile 2nd, Matthew Brady, Ronald Bleday. Practical implications of postoperative adhesions for preoperative consent and operative technique. *International Journal of Surgery.* 2013; 11:9: 753-756. doi: 10.1016/j.ijso.2013.07.019.
 10. Sopuev AA, Mamatov NN, Ormonov MK, Ernisova ME, Kudayarov EE, Baurov AB. Etiology and pathogenesis of the adhesive process of the abdominal cavity. *Vestnik KGMA im. I.K.Akhunbaeva.* 2020; 3: 37-45. (in Russ.)
 11. Lucie Allègre, Isabelle Le Teuff, Salomé Leprince, Sophie Warembourg, Hubert Taillades, Xavier Garric, Vincent Letouzey, Stephanie Huberlant. A new bioabsorbable polymer film to prevent peritoneal adhesions validated in a post-surgical animal model. *PLoS One.* 2018; 13(11):1-13. doi: 10.1371/journal.pone.0202285.
 12. Sergeev AN, Morozov AM, Askerov EM, Sergeev NA, Armasov AR, Isaev YuA. Methods of local antimicrobial prevention of infection in the surgical intervention area. *Kazanskii meditsinskii zhurnal.* 2020; 101:2: 243-248. doi: 10.17816/KMJ2020-243. (in Russ.)
 13. Rozin AV, Sergeev AN. Pathogens of infection in the field of surgical intervention in patients of a general surgical hospital. *Tverskoi meditsinskii zhurnal.* 2019; 1: 57-59. (in Russ.)
 14. Ayushinova NI, Shurygina IA, Grigoriev EG. Scale of assessment of the severity of the adhesive process of the abdominal cavity. *Acta biomedica scientifica (East Siberian Biomedical Journal).* 2017; 2:6(118): 96-99. doi: 10.12737/article_5a0a891f132b26.07816727. (in Russ.)
 15. Sufiyarov IF, Khasanov AG, Nurtidinov MA, Samorodov AV, Yamalova GR. High level of serum glycosaminoglycans as an independent predictor of the development of adhesive peritoneal disease. *Kreativnaya khirurgiya i onkologiya.* 2017; 7:2: 48-53. doi: 10.24060/2076-3093-2017-7-2-48-53. (in Russ.)
 16. Yeo Y, Kohane DS. Polymers in the prevention of peritoneal adhesions. *Eur J Pharm Biopharm.* 2008; 68(1): 57-66. doi: 10.1016/j.ejpb.2007.03.027.
 17. Nurtidinov MA, Yamalova GR, Sufiyarov IF, Khabirov RR. On the role of X-ray tomography in laparoscopic treatment of adhesive peritoneal disease in combination with cholelithiasis. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2017; 3:21. (in Russ.)
 18. Sopuev AA, Ormonov MK, Kudayarov EE, Mambetov AK, Ibraev DSH, Dzhanakov AJ. Some modern ideas about the postoperative adhesive process in the abdominal cavity. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskii nauki.* 2020; 3:21-28. (in Russ.)
 19. Todd Hoare, Yoon Yeo, Evangelia Bellas, Joost P Bruggeman, Daniel S Kohane. Prevention of peritoneal adhesions using polymeric rheological blends. *Acta Biomater.* 2014; 10(3):1187-93. doi: 10.1016/j.actbio.2013.12.029.
 20. Bukata V, Chornomydz A. Prevention of peritoneal adhesions: from surgery to pharmacology. *Norwegian Journal of development of the International Science.* 2019; 29: 34-40.
 21. Akentieva TN, Mukhamadiyarov RA, Krivkina EO, Lызгарев SV, Kudryavtseva YuA. Experimental evaluation of the adhesive process in the abdominal cavity using unmodified suture material and modified with heparin. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova.* 2020; 3: 29-34. doi:10.17116/hirurgia202003129. (in Russ.)
 22. Mokhov EM, Sergeev AN, Serov EV. On the development of new biologically active suture materials and their application in abdominal surgery. *Novosti khirurgii.* 2013; 21:3: 23-32. doi: 10.18484/2305-0047.2013.3.23 (in Russ.)
 23. Mokhov EM, Sergeev AN, Velikov PG. Possibilities of implantation antibiotic prophylaxis in the field of surgical intervention in emergency abdominal surgery. *Infektsii v khirurgii.* 2014; 12:2: 29-34. (in Russ.)
 24. Mokhov EM, Sergeev AN. Implantation antimicrobial prevention of infection in the surgical intervention area. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie.* 2017; 3(105): 75-81. doi: 10.20333/2500136-2017-3-75-81. (in Russ.)
 25. Shurygina IA, Ayushinova NI, Shurygin MG. Evaluation of the effectiveness and safety of the use of Adept for the prevention of adhesions in the abdominal cavity in an experiment. *Novosti khirurgii.* 2017; 1:25:14-19. doi:10.18484/2305-0047.2017.1.14. (in Russ.)
 26. Gomom MS, Konoplya AI, Lipatov VA, Loktionov AL, Novikov AS, Verbitsky DA, Zhukovsky VA. Changes in mesothelial regeneration activity indices when using immunological preparations for the

- спайкообразования в брюшной полости в эксперименте. *Новости хирургии*. 2017; 1:25:14-19. doi:10.18484/2305-0047.2017.1.14.
26. Гомон М.С., Конопля А.И., Липатов В.А., Локтионов А.Л., Новиков А.С., Вербицкий Д.А., Жуковский В. А. Изменения индексов активности регенерации мезотелия при использовании иммунологических препаратов для профилактики спаечного процесса брюшной полости. *Новости хирургии*. 2017; 3(8): 9-12. doi:10.21626/innova/2017.3/02.
 27. Simone Vargas Bento, Tarcizo Afonso Nunes, Ivana Durval Araújo, Roberto Carlos Oliveira E Silva, Paula Vieira Teixeira Vidigal, Ricardo Machado Carvalhais. Hyperbaric oxygenation on adhesions prevention after laparotomy in rats. *Acta Cir Bras*. 2018; 33(09):824-833. doi: 10.1590/s0102-865020180090000011.
 28. Mervi Laukka, Erika Hoppela, Jemiina Salo, Pia Rantakari, Tove J Gronroos, Katri Orte, Kaisa Auvinen, Marko Salmi, Heidi Gerke, Kerstin Thol, Emilia Peuhu, Saila Kauhanen, Pirjo Merilahti, Pauliina Hartiala. Preperitoneal Fat Grafting Inhibits the Formation of Intra-abdominal Adhesions in Mice. *J Gastrointest Surg*. 2020; 24(12): 2838–2848. doi:10.1007/s11605-019-04425-4.
 29. Ali Reza Negahi, Parisa Hosseinpour, Mohammad Vaziri, Hamed Vaseghi, Pedram Darvish, Behnaz Bouzari, Seyed Hamzeh Mousavie. Comparison of Honey versus Poly lactide Anti-Adhesion Barrier on Peritoneal Adhesion and Healing of Colon Anastomosis in Rabbits. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2019; 7(10):1597–1601. doi: 10.3889/oamjms. 2019.284.
 30. Hussein Atta, Mahmoud El - Rehanyb, Elke Roeb, Hend Abdel – Ghany, Maggie Ramzy, Shereen Gaber. Mutant matrix metalloproteinase-9 reduces postoperative peritoneal adhesions in rats. *International Journal of Surgery*. 2016; 26:58-63. doi: 10.1016/j.ijsu.2015.12.065.
 31. Блинные О. И., Дронов А.Ф., Смирнов А.Н. Лапароскопические операции при острой спаечной кишечной непроходимости у детей. *Лапароскопическая хирургия*. 1993; 1: 82–88.
 32. Аюшинова Н.И., Шурыгина И. А., Григорьев Е. Г., Чепурных Е.Е., Шурыгин М. Г. Оценка выраженности спаечного процесса брюшной полости (клиническое исследование). *Современные проблемы науки и образования*. 2018; 6:23.
 33. Аюшинова Н.И., Чепурных Е.Е., Шурыгина И.А., Григорьев Е.Г. Адгезивный процесс брюшной полости как фактор риска развития послеоперационных кишечных свищей. *Acta biomedical scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019; 4:6:128-132. doi: 10.29413/ABS.2019-4.6.20.
 34. Ахметзянов Ф.Ш., Егоров В.И., Анхимова Л.Е. Спаечный процесс как проблема абдоминальной оперативной онкологии. *Сибирский онкологический журнал*. 2018; 17(2): 95-103. doi:10.21294/1814-4861-2018-17-2-95-103.
 35. Salomone DS. Peritoneal adhesion index (PAI): proposal of a score for the “ignored iceberg” of medicine and surgery. *Organizzazione Mondiale della Sanità. Bergamo*. 2013; 416–421.
 36. Federico Cocolini, Luca Ansaloni, Roberto Manfredi, Luca Campanati, Elia Poiasina, Paolo Bertoli, Michela Giulii Capponi, Massimo Sartelli, Salomone Di Saverio, Michele Cucchi, Daniel Lazzareschi, Michele Pisano & Fausto Catena. Peritoneal adhesion index (PAI): proposal of a score for the “ignored iceberg” of medicine and surgery. *World Journal of Emergency Surgery*. 2013; 8(1):6:1-5. doi: 10.1186/1749-7922-8-6.
 37. Жидков С.А., Корик В.Е., Жидков А.С., Орсич. Е.О. Оценка выраженности спаечного процесса. *Молодой ученый*. 2016; 10(114): 483-486.
 38. Arung W, Meurisse M, Detry O. Pathophysiology and prevention of postoperative peritoneal adhesions. *World J Gastroenterol*. 2011; 17(41):4545-4553. doi:10.3748/wjg.v17.i41.4545.
 - prevention of abdominal adhesions. *Novosti khirurgii*. 2017; 3(8): 9-12. doi:10.21626/innova/2017.3/02. (in Russ.)
 27. Simone Vargas Bento, Tarcizo Afonso Nunes, Ivana Durval Araújo, Roberto Carlos Oliveira E Silva, Paula Vieira Teixeira Vidigal, Ricardo Machado Carvalhais. Hyperbaric oxygenation on adhesions prevention after laparotomy in rats. *Acta Cir Bras*. 2018; 33(09):824-833. doi: 10.1590/s0102-865020180090000011.
 28. Mervi Laukka, Erika Hoppela, Jemiina Salo, Pia Rantakari, Tove J Gronroos, Katri Orte, Kaisa Auvinen, Marko Salmi, Heidi Gerke, Kerstin Thol, Emilia Peuhu, Saila Kauhanen, Pirjo Merilahti, Pauliina Hartiala. Preperitoneal Fat Grafting Inhibits the Formation of Intra-abdominal Adhesions in Mice. *J Gastrointest Surg*. 2020; 24(12): 2838–2848. doi:10.1007/s11605-019-04425-4.
 29. Ali Reza Negahi, Parisa Hosseinpour, Mohammad Vaziri, Hamed Vaseghi, Pedram Darvish, Behnaz Bouzari, Seyed Hamzeh Mousavie. Comparison of Honey versus Poly lactide Anti-Adhesion Barrier on Peritoneal Adhesion and Healing of Colon Anastomosis in Rabbits. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2019; 7(10):1597–1601. doi: 10.3889/oamjms. 2019.284.
 30. Hussein Atta, Mahmoud El - Rehanyb, Elke Roeb, Hend Abdel – Ghany, Maggie Ramzy, Shereen Gaber. Mutant matrix metalloproteinase-9 reduces postoperative peritoneal adhesions in rats. *International Journal of Surgery*. 2016; 26:58-63. doi: 10.1016/j.ijsu.2015.12.065.
 31. Блинные О. И., Дронов А.Ф., Смирнов А.Н. Лапароскопические операции при острой спаечной кишечной непроходимости у детей. *Лапароскопическая хирургия*. 1993; 1: 82–88.
 32. Аюшинова Н.И., Шурыгина И. А., Григорьев Е. Г., Чепурных Е.Е., Шурыгин М. Г. Оценка выраженности спаечного процесса брюшной полости (клиническое исследование). *Современные проблемы науки и образования*. 2018; 6:23. (in Russ.)
 33. Аюшинова Н.И., Чепурных Е.Е., Шурыгина И.А., Григорьев Е.Г. Адгезивный процесс брюшной полости как фактор риска развития послеоперационных кишечных свищей. *Acta biomedical scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019; 4:6:128-132. doi: 10.29413/ABS.2019-4.6.20. (in Russ.)
 34. Akhmetzyanov FSh, Egorov VI, Ankhimova LE. Adhesive process as a problem of abdominal operative oncology. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*. 2018; 17(2): 95-103. doi:10.21294/1814-4861-2018-17-2-95-103. (in Russ.)
 35. Salomone DS. Peritoneal adhesion index (PAI): proposal of a score for the “ignored iceberg” of medicine and surgery. *Organizzazione Mondiale della Sanità. Bergamo*. 2013; 416–421.
 36. Federico Cocolini, Luca Ansaloni, Roberto Manfredi, Luca Campanati, Elia Poiasina, Paolo Bertoli, Michela Giulii Capponi, Massimo Sartelli, Salomone Di Saverio, Michele Cucchi, Daniel Lazzareschi, Michele Pisano & Fausto Catena. Peritoneal adhesion index (PAI): proposal of a score for the “ignored iceberg” of medicine and surgery. *World Journal of Emergency Surgery*. 2013; 8(1):6:1-5. doi: 10.1186/1749-7922-8-6.
 37. Zhidkov SA, Korik VE, Zhidkov AS, Orsich. EO. Assessment of the severity of the adhesive process. *Molodoi uchenyi*. 2016; 10(114): 483-486.
 38. Arung W, Meurisse M, Detry O. Pathophysiology and prevention of postoperative peritoneal adhesions. *World J Gastroenterol*. 2011; 17(41):4545-4553. doi:10.3748/wjg.v17.i41.4545.

Информация об авторах

1. Морозов Артем Михайлович - к.м.н., заведующий кафедрой общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, e-mail: ammorozovv@gmail.com
2. Сергеев Алексей Николаевич - д.м.н., доцент, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
3. Епифанов Николай Юрьевич - врач-хирург, Городская клиническая больница им. С. С. Юдина, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
4. Рачек Андрей Михайлович - врач-хирург, Солнечногорская центральная клиническая больница, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
5. Керимова Мерджан - студентка, Тверской государственный медицинский университет, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru

Information about the Authors

1. Artem Mikhailovich Morozov - Ph.D., Head of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, e-mail: ammorozovv@gmail.com
2. Sergeev Alexey Nikolaevich - M.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
3. Epifanov Nikolay Yuryevich - surgeon, S. S. Yudin City Clinical Hospital, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
4. Rachek Andrey Mikhailovich - surgeon, Solnechnogorsk Central Clinical Hospital, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru
5. Kerimova Mergen - student, Tver State Medical University, e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru

Цитировать:

Сергеев А.Н., Морозов А.М., Епифанов Н.Ю., Рачек А.М., Керимова М. Методы оценки выраженности спаечного процесса в эксперименте и клинике. Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2022; 15: 3: 254-261. DOI: 10.18499/2070-478X-2022-15-3-254-261.

To cite this article:

Sergeev A.N., Morozov A.M., Epifanov N.Yu., Rachek A.M., Kerimova M. Methods for Assessing the Severity of Adhesions in the Experiment and Clinical Setting. Journal of experimental and clinical surgery 2022; 15: 3: 254-261. DOI: 10.18499/2070-478X-2022-15-3-254-261.