



Методы локальной антимикробной профилактики инфекции области хирургического вмешательства

Алексей Николаевич Сергеев, Артём Михайлович Морозов*,
Эльшад Магомедович Аскеров, Николай Александрович Сергеев,
Алимжан Равельевич Армасов, Юрий Алексеевич Исаев

Тверской государственной медицинской университет,
г. Тверь, Россия

Реферат

В последнее время с целью профилактики инфекции области хирургического вмешательства разрабатывают и успешно внедряют новые методы локальной антимикробной профилактики, позволяющие создать высокие концентрации лекарственных препаратов в оперированных тканях и препятствовать миграции бактериальной флоры. В обзорной статье изложены основные методы, используемые для локального воздействия на микрофлору и направленные на профилактику инфекции области хирургического вмешательства. Последние включают пред-, интра- и послеоперационные мероприятия. Оптимизации предоперационных методов можно достичь путём совершенствования способов обработки операционного поля. Значительное внимание в обзоре уделено интраоперационным мероприятиям: использованию хирургических перчаток с антимикробными свойствами, сетчатых имплантатов с противомикробными свойствами для ненапряжной герниопластики, этапных орошений операционной раны антибактериальными препаратами в процессе ушивания последней, а также перспективам использования бактериофагов в абдоминальной хирургии. С целью повышения биологической герметичности кишечного шва некоторые авторы предлагают использовать биодеградируемые имплантаты, пропитанные антибиотиками. В обзоре отражены возможности применения биологически активных (антимикробных) шовных материалов, использование которых оказалось весьма эффективным на всех этапах операции: от наложения кишечных анастомозов до кожного шва. Широкий спектр антимикробных хирургических шовных материалов, содержащих антибактериальные препараты и изготовленных на основе нитей с разными сроками биодеструкции, позволяет рекомендовать дифференцированный подход к выбору шовного материала в зависимости от этапа операции и регенеративных свойств сшиваемых тканей. Основные мероприятия, рекомендуемые в раннем послеоперационном периоде, заключаются в укрытии раны специальными раневыми покрытиями, предупреждающими вероятную контаминацию, и совершенствовании методов проточно-аспирационного дренирования.

Ключевые слова: инфекции области хирургического вмешательства, антимикробная профилактика.

Для цитирования: Сергеев А.Н., Морозов А.М., Аскеров Э.М. и др. Методы локальной антимикробной профилактики инфекции области хирургического вмешательства *Казанский мед. ж.* 2020; 101 (2): 243–248. DOI: 10.17816/KMJ2020-243.

Methods of local antimicrobial prophylaxis of surgical site infection

A.N. Sergeyev, A.M. Morozov, E.M. Askerov, N.A. Sergeev, A.R. Armasov, Y.A. Isaev
Tver State Medical University, Tver, Russia

Abstract

Recently, to prevent of surgical site infection, new methods of local antimicrobial prophylaxis have been developed and successfully introduced, which allow to creating high concentrations of antimicrobial drugs in operated tissues and preventing the migration of bacterial flora into the wound. The review describes the main methods used for local impact on microflora and aimed at prophylaxis of surgical site infection. The latter include pre-, intra- and

postoperative measures. Optimizing of preoperational methods could be achieved by improving the methods of processing of operating field. Review's considerable attention is paid to intraoperative measures: the use of surgical gloves with antimicrobial properties, reticulated to implants with antimicrobial properties for tension-free hernioplasty, stage-by-stage surgical wound irrigation with antibacterial drugs during suturing as well as the prospects for the use of bacteriophages in abdominal surgery. To increase the biological tightness of the intestinal suture, some authors propose the use of a biodegradable antibiotic-impregnated implant. The review reflects the possibilities of using biologically active (antimicrobial) sutures, the use of which was very effective at all stages of the operation: from the application of intestinal anastomosis to the skin suture. A wide range of antimicrobial surgical sutures containing antibacterial preparations and made by threads with different biodegradation abilities make, allow us to recommend a differentiated approach to the choice of suture material depending on the stage of surgery and regenerative properties of the sutured tissues. The main measures recommended in the early postoperative period are to cover the wound with special wound coatings preventing the possible contamination and to improve irrigation-aspiration drainage techniques of postoperative wounds.

Keywords: surgical site infection, antimicrobial prophylaxis.

For citation: Sergeyev A.N., Morozov A.M., Askerov E.M. et al. Methods of local antimicrobial prophylaxis of surgical site infection. *Kazan medical journal*. 2020; 101 (2): 243–248. DOI: 10.17816/KMJ2020-243.

Инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) до настоящего времени остаются одной из наиболее актуальных проблем абдоминальной хирургии [1–5]. Возникновению местных осложнений гнойно-воспалительного генеза способствует ряд факторов, среди которых ведущее значение имеет эндогенная микробная контаминация зоны операции [2, 6]. К сожалению, местное действие противомикробных препаратов весьма ограничено вследствие резистентности микробной флоры, выраженного посттравматического воспаления в зоне операции, формирования микробных биоплёнок на имплантатах и шовных материалах, других причин [7, 8]. Улучшить результаты хирургического лечения можно путём использования методов антибактериальной профилактики в области оперативного вмешательства [9, 10].

В первую очередь некоторые авторы предлагают уделять внимание подготовке и стерилизации операционного поля по общепринятым методикам [11]. Использование новых методов обработки кожных покровов в месте предстоящего разреза, в частности применение газового потока монооксида азота с помощью аппарата «Плазон», способствует купированию воспалительных явлений и снижению раневых осложнений инфекционного генеза [6].

Большинство исследователей предлагают использовать различные интраоперационные методы антимикробной профилактики. Так, в качестве профилактики ИОХВ предлагают использовать хирургические перчатки с нанесённым изнутри промышленным способом покрытием, содержащим хлоргексидина биглюконат (производство Gammex; Ansell Ltd.). При этом отмечают эффективное подавление роста

резистентной микрофлоры рук медицинского персонала по сравнению с контрольной группой [12].

Значительное внимание уделено совершенствованию методов герметизации швов полых органов. При наложении межкишечных анастомозов авторы предлагают использовать фибрин-коллагеновую субстанцию «ТахоКомб», насыщенную растворами антибактериальных препаратов, таких как ампициллин, гентамицин, цефтриаксон, ципрофлоксацин, меропенем и метронидазол. В эксперименте *in vitro* изучена поглотительная способность пластин «ТахоКомба» при нанесении растворов пипеткой и их антибактериальные свойства в отношении часто высеваемой микробной флоры. Исследование у лабораторных животных бактериальной проницаемости межкишечного анастомоза, укрытого фибрин-коллагеновой субстанцией с противомикробными свойствами, свидетельствовало о повышении механической прочности и достоверном снижении бактериальной проницаемости сформированных соустьев [13]. Применение антимикробной субстанции «ТахоКомб» при хирургическом лечении заболеваний ободочной кишки позволило сократить частоту несостоятельности анастомоза с 3,5–12,5 до 0,5–0,6% и сократить количество ИОХВ с 10,5 до 5,3% [13, 14].

Учитывая вероятность отторжения сетчатых эндопротезов вследствие микробного инфицирования при осуществлении ненатяжной герниопластики [15], группа исследователей в эксперименте *in vitro* и *in vivo* изучала возможность профилактики адгезии и инфицирования монофиламентных хирургических сетчатых эндопротезов патогенными микроорганизмами (*Staphylococcus spp.*) путём предварительного

погружения имплантатов в растворы антимикробных препаратов (амоксциллин + клавулановая кислота, ванкомицин) [16]. Фиксация нанокластеров серебра или химическое осаждение металла на поверхность имплантата придаёт последнему пролонгированные антисептические свойства и предупреждает образование микробных биоплёнок, благодаря чему снижается количество местных инфекционных осложнений при герниопластике [15].

Другой имплантат для ненапряжной герниопластики изготовлен из капрона, импрегнированного спиртовыми растворами антибиотиков (эритромицина, хлорамфеникола).

Экспозиция сеток составляет 22–24 ч, затем осуществляют фиксацию препаратов 7% ацетоновым раствором медицинского клея «Сульфакрилат». Экспериментальные исследования выявили эффективное и продолжительное антибактериальное действие имплантата после извлечения из мягких тканей лабораторных животных в отношении основных представителей грамположительной и грамотрицательной флоры, включая *Pseudomonas aeruginosa*. Применение антимикробного сетчатого эндопротеза в клинической практике при оперативном лечении больных вентральными грыжами позволило сократить частоту нагноения ран с 17,5 до 3,0% [3].

В настоящее время весьма востребованы биологически активные хирургические нити. Одними из первых были разработаны шовные материалы «Капромед» [17], антибактериальные свойства которых обеспечены путём включения в их состав гидроксиметилхиноксалиндиоксида, хиноксидина, гентамицина, канамицина, цефазолина и йода.

Применение нитей «Капромед» в клинической практике при наложении кишечных швов, формировании анастомозов и пластике брюшной стенки способствовало снижению частоты раневых нагноений с 11,7 до 1,8% [18]. Разработанный позже шовный материал «Капроаг» содержит антисептик хлоргексидина биглюконат. Применение нитей «Капроаг» при хирургическом лечении больных гинекологической патологии позволило снизить частоту развития ИОХВ с 20 до 12% [19].

Широко известны антимикробные шовные материалы, в состав которых введён доксициклин («Никант») или ципрофлоксацин («Тверан»). В эксперименте доказана высокая и пролонгированная (до 10–14-х суток) антибактериальная активность опытных образцов шовных материалов, выявлено положительное влияние нитей на заживление толстокишечных

и лапаротомных ран, а также снижение выраженности спаечного процесса в брюшной полости [20]. Применение новых антимикробных нитей «Никант» и «Тверан» для выполнения операций у пациентов с острыми и хроническими заболеваниями брюшной полости и передней брюшной стенки способствовало снижению количества местных послеоперационных осложнений благодаря уменьшению частоты развития ИОХВ с 14,8 до 5,2% [9, 21].

При операциях на ободочной кишке применение антимикробных шовных материалов представляется особенно актуальным с целью повышения биологической герметичности кишечного шва. Использование «Никанта» во время хирургических вмешательств по поводу осложнений рака толстой кишки позволило уменьшить количество больных с осложнённым течением послеоперационного периода с 62,0 до 32,4% [22].

Антибактериальный шовный материал «Абактолат», полученный путём импрегнации раствором эритромицина, при имплантации в ткани лабораторных животных сохраняет антибактериальное действие в течение 11–12 сут. По данным авторов, при использовании «Абактолата» в хирургическом лечении широкого спектра острой абдоминальной патологии произошло снижение частоты раневых осложнений (таких, как серома, лигатурный свищ, инфильтрат, нагноение, эвентрация) в 3,4–17,4 раза. Эффективность новой антибактериальной нити доказана и при выполнении «чистых» оперативных вмешательств: при грыжесечении частота раневых осложнений уменьшилась с 20,5 до 1,2% случаев, в кардиохирургии частота ИОХВ снизилась с 6,7–8,0 до 1,2% [3].

Разработаны шовные материалы, содержащие антисептик бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмония хлорида моногидрат и антибиотики (канамицин, доксициклин, клиндамицин, ампициллин, карбенициллин), а также образцы биологически активных шовных материалов с комбинированной (протеолитической и антимикробной) активностью. Экспериментальными исследованиями *in vitro* доказано пролонгированное антимикробное действие новых видов нитей: до 14-х суток — с бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмония хлорида моногидратом, до 14–21-х суток — у нитей с антибиотиками [23].

За рубежом разработана антимикробная хирургическая шовная нить из полилактина 910 с антисептиком триклозаном (Vicryl Plus), обладающая достаточно пролонгированной (в течение 7 дней) и высокой антибактериальной

активностью [24, 25]. Многочисленные публикации свидетельствуют о высокой эффективности Vicryl Plus при хирургическом лечении широкого спектра заболеваний [26, 27]. В частности, при грыжесечении использование этой нити позволило снизить частоту развития ИОХВ с 11,9 до 6,1% [28], при ушивании лапаротомных ран — с 10,8–14,2 до 3,6–6,6% [29], в колоректальной хирургии — с 9,3 до 4,3% [24, 27, 30].

Триклозан введён в состав других биодеградируемых шовных материалов: на основе полидиоксанона — PDS Plus (сроки рассасывания 182–238 сут), а также из полиглекапрона 25 — Monocryl Plus (период биодеструкции 14–21 сут). В зависимости от биодеструктивных свойств нитей с триклозаном при выполнении оперативного приёма на органах брюшной полости и в процессе послойного закрытия ран передней брюшной стенки производители и исследователи рекомендуют использовать дифференцированный подход к выбору шовного материала в зависимости от этапа операции и регенеративных свойств сшиваемых тканей [31–33].

PDS Plus следует применять для шва апоневроза и сухожилия, ушивания суставных капсул, сопоставления мягких тканей, в сердечно-сосудистой хирургии. Vicryl Plus рекомендуют для аппроксимации мягких тканей и лигирования, Monocryl Plus — для ушивании ран кишечника, брюшины, мочевого пузыря, мочеочника, внутрикожного косметического шва. Послойное применение данных нитей с целью профилактики ИОХВ позволяет снизить частоту развития послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений с 14,2–35,5 до 1,6–10,0% [34]. В то же время широкое использование антисептика триклозана в качестве составляющего компонента товаров для личной гигиены способствует снижению чувствительности бактериальной флоры к антисептику и развитию устойчивости в клинике [35].

В настоящее время отмечают рост интереса к научно-исследовательским работам, посвящённым созданию и внедрению новых биологически активных шовных материалов. Разработаны опытные образцы шовного материала с антисептиком широкого спектра действия октенидином [36], шёлковая нить с покрытием из сополиамида с левофлоксацином [37]. С целью придания антибактериальных свойств шовным материалам учёные предлагают использовать в качестве покрытия нитей амфифильные антимикробные пептиды [38], серебросодержащее биостекло [39], акриловую кислоту или хитозан с тетрациклином и наносеребром [40], поли-L-лактид с тетра-

циклином или цефотаксимом [41]. Первые результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о способности разрабатываемых шовных материалов оказывать антибактериальное действие, что открывает новые перспективы для профилактики ИОХВ.

Для профилактики ИОХВ исследователями предложено интраоперационно вводить суспензии бактериофагов. Так, интраперитонеальное введение суспензии с пиобактериофагом секстафаг во время лапароскопических аппендэктомий позволяет не только достоверно снизить количество ИОХВ, но и улучшить качество жизни пациентов в послеоперационном периоде [10]. При наложении швов хирурги прибегают к этапным орошениям раневой полости растворами антисептиков (0,5% водно-спиртовым раствором хлоргексидина биглюконата) или антибиотиков (гентамицина), а также к обработке краёв операционной раны порошком субстанции ванкомицина [42]. В то же время использование данных методик в случае возникновения ИОХВ способно повлечь за собой изменение характера микроорганизмов в гнойном очаге в сторону грамотрицательной флоры и последующее расширение этиотропной терапии [43].

Не менее важна профилактика микробного инфицирования в раннем послеоперационном периоде. Укрытие раны клеевой лечебно-профилактической композицией, состоящей из гидроксиэтилдиметилдигидропиримидина, бензокаина, гидрокортизона, борной кислоты и фенолополивинилового клея, предупреждает вероятную контаминацию и способствует снижению частоты раневых гнойных осложнений с 4,7 до 3,5% [2]. Возрастает интерес к биологическим свойствам озонированного перфторана, недостаточно используемого в настоящее время в клинической практике [44]. Проточно-аспирационное дренирование полости микробно-контаминированной раны растворами антисептиков при восстановительных операциях на ободочной кишке позволило уменьшить количество нагноений лапаротомных ран на месте иссечённых колостом с 21,3 до 2,7% [7].

Таким образом, улучшения результатов оперативного лечения и снижения частоты развития ИОХВ можно достичь путём совершенствования методов профилактики эндогенного инфицирования [5, 45]. В последнее время с этой целью успешно внедряют методы локальной антимикробной профилактики ИОХВ, позволяющие создать высокие концентрации лекарственных препаратов в тканях раны и препятствовать миграции бактериальной флоры из оперированных полостей и органов [3, 13, 22]. Разработка

новых методов профилактики ИОХВ открывает перед исследователями возможность осуществления послышной антибактериальной профилактики ИОХВ, учитывающей вид и характеристики сшиваемых тканей [32, 33, 45].

Участие авторов. А.Н.С. — руководитель группы, А.Р.А., Ю.А.И. и Э.М.А. проводили исследования, А.М.М. и Н.А.С. отвечали за сбор и анализ результатов.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

- Смекаленков О.А. Анализ ранних инфекционных осложнений у пациентов после хирургических вмешательств на позвоночнике. *Хирургия позвоночника*. 2017; 14 (2): 82–87. [Smekalenkov O.A. Analysis of early infectious complications in patients after spinal surgery. *Hirurgiya pozvonochnika*. 2017; 14 (2): 82–87. (In Russ.)] DOI: 10.14531/ss2017.2.82-87.
- Доброквашин С.В., Измаилов А.Г., Волков Д.Е. Профилактика раневых гнойно-воспалительных осложнений в urgentной хирургии. *Вестн. эксперим. и клин. хир.* 2011; 4 (1): 143–144. [Dobrokvashin S.V., Izmailov A.G., Volkov D.E. Prevention of wound pyo-inflammatory complications in urgent abdominal surgery. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii*. 2011; 4 (1): 143–144. (In Russ.)] DOI: 10.18499/2070-478X-2011-4-1-143-144.
- Плечев В.В. *Профилактика гнойно-септических осложнений в хирургии*. М.: Триада-Х. 2003; 320 с. [Plechev V.V. *Profilaktika gnoino-septicheskikh oslozhnenii v khirurgii*. М.: Triada-X. 2003; 320 p. (In Russ.)]
- Исаев Ю.А. Подвижная слепая кишка: способы оперативного лечения. *Верхневолжский мед. ж.* 2018; 17 (4): 25–28. [Isaev Yu.A. Mobile cecum: methods of surgical treatment. *Verkhnevolzhskiy meditsinskiy zhurnal*. 2018; 17 (4): 25–28. (In Russ.)]
- Гостищев В.К. Новые возможности профилактики послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии. *Хирургия. Ж. им. Н.Н. Пирогова*. 2011; (5): 56–60. [Gostischev V.K. The new possibilities of postoperative complication's prophylaxis in abdominal surgery. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.N. Pirogova*. 2011; (5): 56–60. (In Russ.)]
- Ларичев А.Б. Профилактика раневой инфекции и морфологические аспекты заживления асептической раны. *Вестн. эксперим. и клин. хир.* 2011; 4 (4): 728–733. [Larichev A.B. Wound infection prevention and morphological aspects of aseptic wound healing. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii*. 2011; 4 (4): 728–733. (In Russ.)]
- Щерба С.Н., Савченко Ю.П., Половинкин Ю.П. Способ снижения раневых гнойно-септических осложнений после закрытия кишечных стом. *Инфекции в хир.* 2014; 12 (4): 5–7. [Scherba S.N., Savchenko U.P., Polovinkin V.V. Way of decrease of the wound it is purulent-septic complications after closing intestinal stomas. *Infektsii v khirurgii*. 2014; 12 (4): 5–7. (In Russ.)]
- Edmiston C.E. Bacterial adherence to surgical sutures: can antibacterial-coated sutures reduce the risk of microbial contamination? *J. Am. Coll. Surg.* 2006; 203 (4): 481–489. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2006.06.026.
- Мохов Е.Н., Сергеев А.Н., Великов П.Г. Возможности имплантационной антибиотикопрофилактики инфекции области хирургического вмешательства в неотложной абдоминальной хирургии. *Инфекции в хир.* 2014; 12 (2): 29–34. [Mohov E.N., Sergeev A.N., Velikov P.G. Implantation antibiotics prophylaxis possibilities of the surgical-site infections in urgent abdominal surgery. *Infektsii v khirurgii*. 2014; 12 (2): 29–34. (In Russ.)]
- Мохов Е.М., Морозов А.М., Евстифеева Е.А. и др. Качество жизни больных, перенёвших лапароскопическую аппендэктомию с применением в послеоперационном периоде комбинированной противомикробной профилактики с использованием бактериофагов. *Соврем. пробл. науки и образования*. 2018; (3): 76. [Mohov E.M., Morozov A.M., Evstifeeva E.A. et al. The life quality of the patients after laparoscopic appendectomy using combined antimicrobic prevention with use of bacteriophages in the post-operating period. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2018; (3): 76. (In Russ.)]
- Al Maqbali M.A. Preoperative antiseptic skin preparations and reducing SSI. *Br. J. Nurs.* 2013; 22 (21): 1227–1233. DOI: 10.12968/bjon.2013.22.21.1227.
- Suchomel M. Chlorhexidine-coated surgical gloves influence the bacterial flora of hands over a period of 3 hours. *ВМС*. 2018; 7: 108. DOI: 10.1186/s13756-018-0395-0.
- Горский В.А. Опыт использования клеевой субстанции, насыщенной антибактериальными препаратами, в хирургии желудочно-кишечного тракта. *Хирургия. Ж. им. Н.И. Пирогова*. 2012; (4): 48–54. [Gorsky V.A. The use antibiotics' enriched glue substance for the abdominal surgery. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.N. Pirogova*. 2012; (4): 48–54. (In Russ.)]
- Винник Ю.С., Маркелова Н.М., Соляников А.С. Анализ эффективности применения биополимера ТахоКомб для профилактики несостоятельности кишечных анастомозов. *Врач-аспирант*. 2013; (2.1): 130–134. [Vinnik Yu.S., Markelova N.M., Solyanikov A.S. Application of biopolymer tachocomb for the prevention of intestinal anastomotic failures: efficiency evaluation. *Vrach-aspirant*. 2013; (2.1): 130–134. (In Russ.)]
- Жуковский В.А. *Полимерные эндопротезы для герниопластики*. СПб.: Эскулап. 2011; 104 с. [Zhukovsky V.A. *Polimernye endoprotezy dlya gernioplastiki*. Polymer endoprothesis for hernioplasty.) SPb.: Eskulap. 2011; 104 p. (In Russ.)]
- Кузнецова М.В. Ингибирование адгезии бактерий *Staphylococcus* на сетчатых имплантатах в комбинации с биоцидами (*in vitro*). *Антибиотики и химиотерапия*. 2017; (11–12): 12–20. [Kuznetsova M.V. Inhibition of Adhesion of Staphylococcus Bacteria on Mesh Implants in Combination with Biocides (*in vitro*). *Antibiotiki i khimioterapiya*. 2017; (11–12): 12–20. (In Russ.)]
- Воленко А.В. Капромед — антибактериальный шовный материал. *Мед. техника*. 1994; (2): 32–34. [Volenko A.V. Kapromed is antibacterial suture material. *Meditsinskaya tekhnika*. 1994; (2): 32–34. (In Russ.)]
- Александров К.Р. Пролонгированное антибактериальное действие шовных материалов с полимерным покрытием. *Антибиотики и химиотерапия*. 1991; (11): 37–40. [Alexandrov K.R. Prolonged antibacterial effect of suture materials with polymer covering. *Antibiotiki i khimioterapiya*. 1991; (11): 37–40. (In Russ.)]
- Краснопольский В.И. Опыт применения новых синтетических рассасывающихся шовных нитей Капрог в акушерстве и гинекологии. *Мед. техника*. 1994; (3):

- 38–40. [Krasnopolsky V.I. Experience of new synthetic absorbable suture thread Kaproag us ingin obstetrics and gynecology. *Meditsinskaya tekhnika*. 1994; (3): 38–40. (In Russ.)]
20. Мохов Е.М., Хомулло Г.В., Сергеев А.Н., Александров И.В. Экспериментальная разработка новых хирургических шовных материалов с комплексной биологической активностью. *Бюлл. эксперим. биол. и мед.* 2012; (3): 391–396. [Mokhov E.M., Homullo G.V., Sergeev A.N., Alexandrov I.V. Experimental development of new surgical suturing materials with complex biological activities. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2012; (3): 409–413. (In Russ.)] DOI: 10.1007/s10517-012-1728-2.
21. Мохов Е.М., Евтушенко Н.Г., Сергеев А.Н. Применение биологически активного (антимикробного) шовного материала при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки. *Вестн. эксперим. и клин. хир.* 2012; (4): 648–654. [Mokhov E.M., Evtushenko N.G., Sergeev A.N. Use of biological active suture (antimicrobial) material in surgical treatment of abdominal wall hernias. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii*. 2012; (4): 648–654. (In Russ.)]
22. Sergeev A.N., Mokhov E.M., Sergeev N.A., Morozov A.M. Antibiotic prophylaxis for prevention of surgical site infection in emergency oncology. *Arch. Euromed*. 2019; 9 (3): 51–52. DOI: 10.35630/2199-885X/2019/9/3.17.
23. Жуковский В.А. Биологически активные шовные хирургические материалы. *Хим. волокна*. 2005; (5): 32–35. [Zhukovskii V.A. Current status and prospects for development and production of biologically active fibre materials for medical applications. *Fibre chemistry*. 2005; (5): 352–354. (In Russ.)] DOI: 10.1007/s10692-006-0007-2.
24. Zurita R., Puiggali J. Triclosan release from coated polyglycolide threads. *Marcomol. Biosci*. 2006; 6 (1): 58–69. DOI: 10.1002/mabi.200500147.
25. Arikanoglu Z. The effect of different suture materials on the safety of colon anastomosis in an experimental peritonitis model. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2013; 17 (19): 2587–2593. PMID: 24142603.
26. Justinger C. Surgical-site infection after abdominal wall closure with triclosan-impregnated polydioxanone sutures: results of a randomized clinical pathway facilitated trial (NCT00998907). *Surgery*. 2013; 154 (3): 589–595. DOI: 10.1016/j.surg.2013.04.011.
27. Nakamura N. Triclosan-coated sutures reduce the incidence of wound infections and the cost after colorectal surgery: a randomized controlled trial. *Surgery*. 2013; 153 (4): 576–583. DOI: 10.1016/j.surg.2012.11.018.
28. Justinger C., Slotta J.E., Schilling M.K. Incisional hernia after abdominal closure with slowly absorbable versus fast absorbable, antibacterial coated sutures. *Surgery*. 2012; 151 (3): 398–403. DOI: 10.1016/j.surg.2011.08.004.
29. Hoshino S. A study of the efficacy of antibacterial sutures for surgical site infection: a retrospective controlled trial. *Int. Surg*. 2013; 98 (2): 129–132. DOI: 10.9738/CC179.
30. Дарвин В.В. Оценка эффективности применения шовного материала с покрытием из триклозана в экстренной хирургии. *Хирургия. Ж. им. Н.И. Пирогова*. 2017; (3): 70–75. [Darvin V.V. Assessment of the effectiveness of the suture with triclosan coated in emergency surgery. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.N. Pirogova*. 2017; (3): 70–75. (In Russ.)] DOI: 10.17116/hirurgia2017370-75.
31. Ming X., Rothenburger S., Nichols M. *In vivo* antibacterial efficacy of PDS plus (polydioxanone with triclosan) suture. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2008; 9 (4): 451–457. DOI: 10.1089/sur.2007.061.
32. Baracs J. Surgical site infections after abdominal closure in colorectal surgery using triclosan-coated absorbable suture (PDS Plus) vs. uncoated sutures (PDS II): a randomized multicenter study. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2011; 12 (6): 483–489. DOI: 10.1089/sur.2011.001.
33. Meijer E.J. The principles of abdominal wound closure. *Acta. Chir. Belg.* 2013; 113 (4): 239–244. DOI: 10.1080/00015458.2013.11680920.
34. Ruiz-Tovar J. Association between Triclosan-coated sutures for abdominal wall closure and incisional surgical site infection after open surgery in patients presenting with fecal peritonitis: A randomized clinical trial. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2015; 16 (5): 588–594. DOI: 10.1089/sur.2014.072.
35. McBain A.J., Rickard A.H., Gilbert P. Possible implications of biocide accumulation in the environment on the prevalence of bacterial antibiotic resistance. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2002; 29 (6): 326–330. DOI: 10.1038/sj.jim.7000324.
36. Obermeier A. *In vitro* evaluation of novel antimicrobial coatings for surgical sutures using octenidine. *BMC Microbiol.* 2015; 15: 186. DOI: 10.1186/s12866-015-0523-4.
37. Chen X. Antibacterial surgical silk sutures using a high-performance slow-release carrier coating system. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 2015; 7 (40): 22 394–22 403. DOI: 10.1021/acsami.5b06239.
38. Li Y. New bactericidal surgical suture coating. *Langmuir*. 2012; 28 (33): 12134–12139. DOI: 10.1021/acsami.5b06239.
39. Pratten J. *In vitro* attachment of *Staphylococcus epidermidis* to surgical sutures with and without Ag-containing bioactive glass coating. *J. Biomater. Appl.* 2004; 19 (1): 47–57. DOI: 10.1177/0885328204043200.
40. Ho C.H. Long-term active antimicrobial coatings for surgical sutures based on silver nanoparticles and hyper branched polylysine. *J. Biomater. Sci. Polym. Ed.* 2013; 24 (13): 1589–1600. DOI: 10.1080/09205063.2013.782803.
41. Hu W., Huang Z.M., Liu X.Y. Development of braided drug-loaded nanofiber sutures. *Nanotechnology*. 2010; 21 (31): 315104. DOI: 10.1088/0957-4484/21/31/315104.
42. Чумаков А.А., Фомин С.А. Двухэтапная профилактика гнойно-воспалительных осложнений при аппендэктомии из мини-доступа. *Инфекции в хир.* 2010; 8 (2): 36–38. [Chumakov A.A., Fomin S.A. Two-stages prophylaxis of purulent inflammatory complications in mini-laparotomy appendectomy. *Infekcii v khirurgii*. 2010; 8 (2): 36–38. (In Russ.)]
43. Базылев В.В. Профилактика раневой инфекции в кардиохирургии: насколько оправдано местное применение антибиотиков? *Ангиол. и сосудист. хир.* 2015; 21 (2): 107–113. [Bazilyev V.V. Prevention of wound infection in cardiac surgery: how much is topical use of antibiotics justified? *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2015; 21 (2): 107–113. (In Russ.)]
44. Мохов Е.М., Армасов А.Р., Амруллаев Г.А., Пажетнев А.Г. Использование биологических свойств перфторана при местном лечении гнойных ран. *Рос. мед. ж.* 2011; (3): 10–13. [Mokhov E.M., Armasov A.R., Amrullaev G.A., Pazhetnev A.G. The use of the biological properties of perfluorane in the local treatment of purulent wounds. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2011; (3): 10–13. (In Russ.)]
45. Pianka F., Mihaljevic A.L. Prevention of postoperative infections: Evidence-based principles. *Chirurg*. 2017; 88 (5): 401–407. DOI: 10.1007/s00104-017-0384-5.