

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СОЕДИНЕНИЯ КРАЕВ РАНЫ

Измайлов С.Г.¹, Лукоянычев Е.Е.¹, Измайлов А.Г.*²,
Измайлов А.А.², Ротков А.И.¹

DOI: 10.25881/20728255_2023_18_1_145

¹ Городская клиническая больница №7 им. Е.Л. Березова,
Нижний Новгород

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский
университет», Казань

Резюме. Внедрение в практику лечения «проблемных» ран с трудносоставляемыми краями, интенсивных хирургических технологий обусловило появление совершенно новой аппаратуры, в том числе адапционных инструментов для удержания, сближения и растяжения покровных тканей, позволяющих значительно повысить качество закрытия раневых дефектов этой группы пациентов в рамках использования метода активного хирургического лечения.

В обзорной статье представлены обобщенные материалы разработанных технических средств — раневых адапционно-репозиционных аппаратов (РАРА) для одномоментного и дозированного сближения тканевых структур различных по локализации «проблемных» ран. На основании публикаций и собственных данных дана классификация и описание некоторых из них, предназначенных для прецизионного сопоставления одноименных слоев соединяемых тканей и атравматичного наложения швов, изложены показания, противопоказания и опыт их клинического применения.

Ключевые слова: технические средства, адапционные инструменты, раневые адапционно-репозиционные аппараты, «проблемные» раны.

Анализ литературы свидетельствует, что техническое обеспечение зашивания ран, в том числе «проблемных» — с трудносоставляемыми краями, в настоящее время остается несовершенным и требует изыскания менее травматичных, ускоренных механических способов с включением несложных, но эффективных технических средств — раневых адапционных инструментов, которыми края раны удерживаются в сближенном положении без помощи рук хирурга [1].

Различными авторами создано множество конструкций адапционных инструментов, предназначенных для одномоментного и дозированного сближения краев ран в различных областях хирургии, которые можно разделить на две основные группы. К первой группе относят адапционные инструменты для временного сближения краев ран, уменьшения их размеров и удержания в определенном положении: пинцеты (хирургические, анатомические, специальные); одно- и двузубые крючки; бельевые пластинчатые зажимы или с кремальерой. Вторую группу составляют наиболее совершенные технические средства — раневые адапционно-репозиционные аппараты (РАРА), позволяющие выполнять не только репозицию тканей краев раневого дефекта и удерживание их в адаптированном состоянии на момент наложения швов, но и оставлять их на более длительный срок с целью им-

TECHNICAL SUPPORT FOR MECHANICAL TREATMENT OF PROBLEMATIC SOFT TISSUE WOUNDS

Izmailov S.G.¹, Lukoyanychev E.E.¹, Izmailov A.G.*², Izmailov A.A.², Rotkov A.I.¹

¹ City Clinical Hospital No. 7 named after E.L. Berezova, Nizhny Novgorod

² Kazan State Medical University, Kazan

Abstract. The introduction of intensive surgical technologies into the practice of treatment of «problem» wounds with hard-to-match margins has caused the appearance of completely new equipment, including adaptive tools for holding, bringing together and stretching the covering tissues, allowing to significantly improve the quality of wound defect closure in this group of patients within the method of active surgical treatment.

The review article presents generalized materials of the technical means developed — wound adaptation and repositioning devices (WARD) for a one-stage and dosed adhesion of tissue structures of «problem» wounds of various localizations. On the basis of publications and our own data, the classification and description of some of them intended for precision juxtaposition of homonymous layers of connected tissues and atraumatic suturing are given, indications, contraindications and experience of their clinical application are stated.

Keywords: surgical fixation devices; sutureless surgical procedures; surgical tape; wound dehiscence.

мобилизации тканевых комплексов для атравматичного проведения операции повторного осмотра или программированного этапа в лечении гнойных ран [2].

Впервые общая классификация с делением РАРА в зависимости от особенностей конструкции рабочей части на 4 подгруппы описана нами в 1999 г. [3]. По мере пополнения ассортимента РАРА новыми моделями адапционных инструментов и расширения опыта их использования в дерматохирургии привело к разработке обновленной классификации [4], нашедшей практическое применение в упрощенном варианте среди наших коллег [5].

В зависимости от локализации и формы ран, согласно предложенной классификации, выделяются: общие (для всех ран) и специальные (при операциях на конечностях и др.), по назначению — для захватывания и удерживания тканей (фиксационные); гемостатические (для временной, превентивной или окончательной остановки кровотечения); для осуществления программированной санации патологического очага и иммобилизационные РАРА.

Принципиальные конструктивные особенности рабочей части, определяющей способ захвата тканей краев раны, позволяет разделить РАРА на следующие основные подгруппы (Рис. 1): I. Игольчатые (ИРАРА); II. Нитевые

* e-mail: andrei.izmaylov@kazangmu.ru

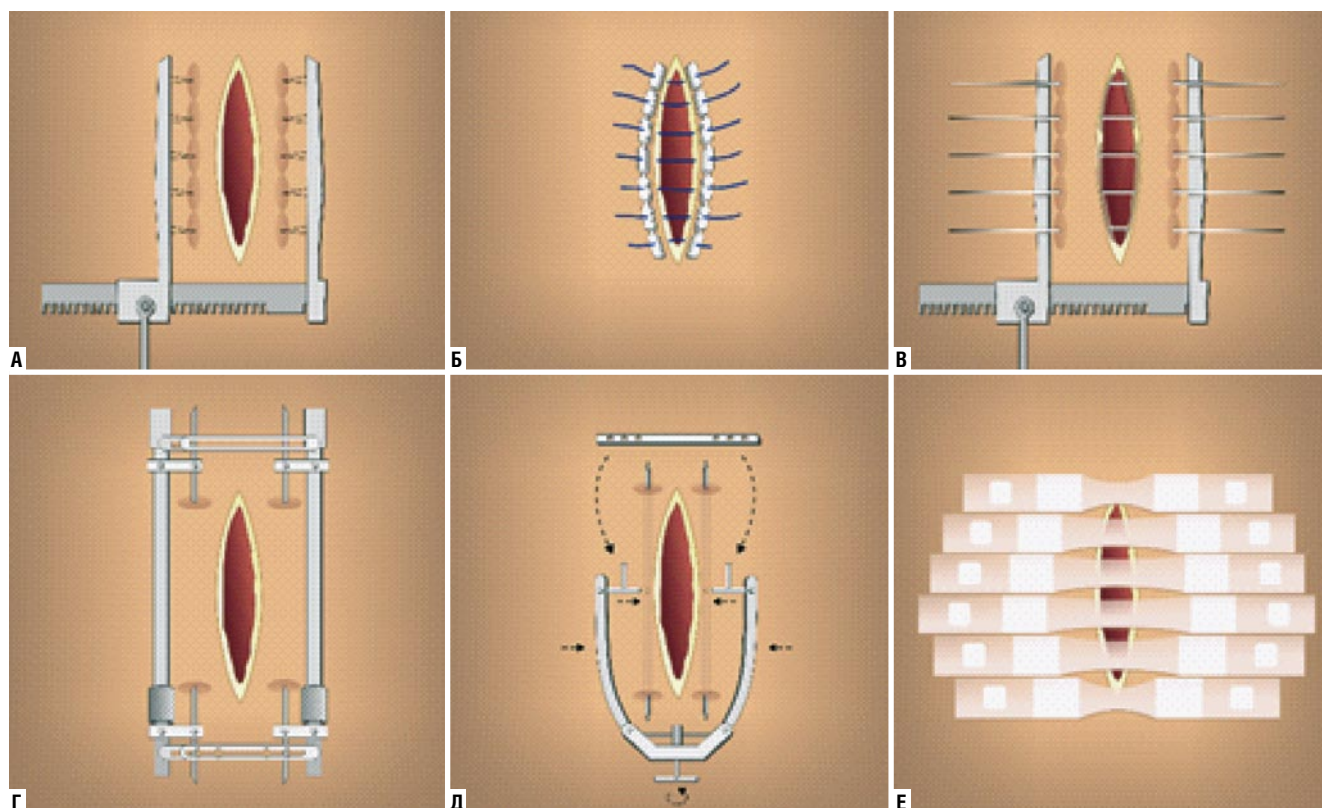


Рис. 1. Примеры PAPA для сближения тканевых структур. А — игольчатый PAPA; Б — нитевой PAPA; В — спицевой PAPA с перпендикулярным относительно раны расположением спиц; Г — спицевой PAPA с параллельным относительно раны расположением спиц; Д — стержневой PAPA; Е — клеевой PAPA (DynaClose).

(ИPAPA); III. Спицевые (СпPAPA), IV. Стержневые (СтPAPA) и V. С гладкими упорными элементами (клеевые) (ГPAPA). Каждая подгруппа состоит из различных, отличающихся друг от друга модернизированных моделей.

Игольчатые PAPA

Рабочая часть ИPAPA выполнена в виде набора острых игл или шипов, размещенных на эластичной ленте, проволочной раме или на жестких браншах. Захват тканей производится с помощью игл, шипов, а сближения краев ран — за счет сокращения эластичной ленты, сжатия пинцетом или винтовой тяги [3; 4; 6] (Рис. 1 А).

Кроме указанных технических средств, имеются близкие по конструкции модели ИPAPA, одна из которых [3] создана с устранением существенного недостатка — болезненности в области проколов при сведении тканей. Шипы на прижимных пластинах выполнены съёмными и снабжены гофрированной замкнутой оболочкой с раствором анестетика и препаратом пиримидинового ряда.

Сообщается о ИPAPA (EASApprox, BLOWIM, Китай) для закрытия больших раневых дефектов путем растяжения покровных тканей [7]. Предложенная авторами система растяжения кожи EASApprox состоит из трех блоков игл, соединенных штифтом; иглодержателей и индикатора силы натяжения тканей. В эксперименте по-

казан ряд преимуществ системы по сравнению с другими устройствами.

Нитевые рара, в том числе с пластинами и со спицами Киршнера

Распространенным методом зашивания «проблемных» ран является технология «шнурков» с мобилизацией краев раневого дефекта, установкой в них различных технических средств, например, скоб или крючков, анкеров, спиц Киршнера и тракцией при помощи различного шовного материала, эластичных резиновых лент, проведенных крест-накрест [8,9]. Техника «шнурков» считается одним из ценных и простых методов закрытия ран «проблемных» участков с дефицитами покровных тканей.

Первое упоминание в литературе о возможности использования спиц с нитевой тягой для сближения краев ран в отечественной литературе мы нашли в руководстве Л.С. Сапожникова [6]. Так, при трудно сопоставимых краях раны он рекомендовал использовать карлсбадские спицы, которые проводил перпендикулярно оси раны. Затем оба конца спицы, выступающие над кожей, захватывал толстой нитью в виде восьмерки. Попеременное натягивание нити приводило к постепенному сближению и сопоставлению краев раны. В последующем данное направление в лечении ран получило развитие во многих клиниках нашей страны.

Значительный вклад в развитие метода экзогенного тканевого растяжения покровных тканей с помощью спиц Киршнера и нитевой тяги для закрытия «проблемных» ран внесли Амирасланов Ю.А. и соавт., Митиш В.А. и соавт., Светухин А.М. и соавт. [10–12]. Указанные авторы разработали теоретические и морфологические основы этих методов. Проведенные ими исследования показали, что источником регенерации являются клетки стенок новообразующихся сосудов. О значительном увеличении плотности кровеносных сосудов и количества клеточных элементов в коже при ее растяжении, в первую очередь фибробластов и факторов роста, участвующих в ангиогенезе, включая эпидермальный фактор роста (EGF), основной фактор роста фибробластов (FGF) и тромбоцитов (PDGF), сообщается в литературе [13].

Описание подобной техники закрытия ран с использованием металлических спиц имеется и в зарубежной литературе. Так, в 1987 г. Bashir A.H. и соавт. [14] сообщили об использовании спиц Киршнера для растяжения кожи, которые проводили попарно параллельно к краям раны навстречу друг к другу. Спицы с обеих сторон в точке их пересечения относительно середины длины раны обвивались с помощью серебряной проволоки, концы которой после прохождения через края раны соединялись в центре раневой поверхности и скручивались. Таким образом края кожного дефекта сближались. Похожую методику применяют и другие авторы [15].

По данным клинических исследований эффективным, надежным и дешевым методом закрытия травматических ран является комбинированное использование спиц Киршнера и пластиковых лент, выполненных из пластмассовых хомутов с храповым механизмом. Наличие храпового механизма позволяет осуществлять постоянную тягу и тем самым обеспечивать равномерное натяжение тканей краев раны по всей ее длине. Кроме этого, инструмент доступен, имеет низкую стоимость и прост в исполнении [16].

Полученные положительные функциональные и эстетические результаты от применения на практике нитевого способа растяжения покровных тканей в лечении обширных раневых дефектов явилось предпосылкой создания целого ряда технических средств для его реализации — нитевых PAPA (HPAPA), которые являются развитием идеи ускоренного наложения механического кожного шва.

С целью повышения эффективности провизорной механической остановки кровотечения при хирургическом удалении опухолей кожи и подкожной жировой клетчатки за счет равномерного обжатия окружающей опухоль ткани предложено и изготовлено устройство, позволяющее осуществлять локальный гемостаз и сближения краев раны. Клиническое применение устройства показало его преимущество перед традиционными техническими средствами, которое выразилось в создании необходимых условий для радикального удаления опухоли с минимальной кровопотерей [17].

Опубликовано сообщение о технике сближения тканей нитевым аппаратом [18], состоящим из двух удерживающих стержней с несколькими ремешками, расположенными между ними. Ремешки проводятся подкожно и после выхода наружу фиксируются специальным механизмом (Рис. 1 Б). Устройство обеспечивает хорошие функциональные и удовлетворительные косметические результаты. Похожей является конструкция устройства Wisebands (Wisebands Company, Великобритания), облегчающее по мнению авторов закрытие «проблемных» ран с низкой частотой осложнений [19].

Пятаков С.Н. и соавт. [20] разработали механический способ дозированного тканевого растяжения «проблемных» раневых дефектов и оригинальное нитевое дермотензионное устройство для его выполнения. Способ выполняется следующим образом. Через всю толщу кожно-подкожно-фасциального лоскута параллельно краям раны проводятся спицы Киршнера в виде «змейки». Концы спиц выводятся на кожу и загибаются для предупреждения повреждения кожных покровов. Затем спицы изнутри кожного лоскута захватываются лавсановыми нитями. Монтируется билатеральный тазовый аппарат внешней фиксации и крепятся к нему концы нити для выполнения дермотензии. Предложенный авторами способ позволил успешно закрыть «проблемные» раны у пациентов с травмами груди и живота.

В комплекте для закрытия брюшной стенки — ABRA (Southmedic Inc, Канада), в качестве крепежного механизма используются анкеры, которые различными способами крепятся к коже. Перпендикулярно через края раны проводятся силиконовые эластомерные ленты, концы которых зажимаются анкерами с обеих сторон. Для регулировки натяжения на эластомерах имеются метки. Адгезивный способ фиксации анкеров обеспечивает неинвазивное закрытие дефектов кожи [13; 21].

Устройство системы снятия напряжения TopClosure (IVT Medical Ltd., Израиль) для закрытия ран [22] отличается от предыдущих инструментов наличием двух крепежных пластин, которые соединены между собой длинной гибкой аппроксимирующей планкой. Крепление пластин к коже осуществляется швами или скобами, а также спицами, которые проводятся через проксимальный конец пластины и продольно прикрепляются к краям раны. Предусмотрен также неинвазивный (клей) способ фиксации. TopClosure в комплексной терапии обширных раневых дефектов показало себя эффективным средством раннего сближения краев кожной раны и профилактики возможных осложнений [23].

Однако имеющиеся в продаже адаптационные инструменты для закрытия «проблемных» ран методом непрерывного расширения внешних тканей (CETE), в том числе включая ABRA, SureClosure (Southmedic Inc, Канада), DynaClose (Southmedic Inc, Канада) и TopClosure дороги в изготовлении, требуют повторную, достаточно сложную регулировку силы натяжения нити или частую замену рабочих частей конструкции устройства [15].

Для устранения выявленных недостатков было разработано новое устройство CETE, DermaClose (SYNO-VIS Micro Alliance Companies, США) [24], состоящее из анкерных, специального шнура и регулятора натяжения. Анкеры фиксируются скобами перпендикулярно к краям раны. Шнур регулятора натяжения продевается через анкеры в виде шнура или Х-образной формы и после чего настраивается механизм сцепления. Проведенные многочисленные экспериментальные и клинические исследования показали его безопасность и результативность. Кроме этого, в отличие от других систем и механических инструментов, использование в конструкции DermaClose пружины постоянного усилия обеспечивает необходимую силу натяжения нити, не требует излишнего контроля, дополнительной ручной настройки или замены и повышает тем самым эффективность применения метода поэтапного закрытия трудно сопоставимых краев ран [13; 24].

Спицевые РАРА

Изыскания новых приспособлений и конструкций для точного сопоставления слоев ткани при сближении краев ран привели к использованию различных СпРАРА внеочагового чресклеточного вульносинтеза, которые нами разделены на две основные группы: с перпендикулярным и параллельным относительно оси раны проведением спиц. Давление рабочих частей СпРАРА на тканевые слои раны осуществляется через кожу.

С целью исключения избыточного повреждения шиваемых тканей, достижения тщательной адаптации и точного равномерного сближения краев раны нами совместно с Г.А. Измайловым разработаны различные модели СпРАРА. Один из первых и наиболее удобных предложенных в нашей стране спицевых аппаратов с перпендикулярным проведением спиц через края раны содержит бранши и реечно-винтовой привод с рукояткой [25] (Рис. 1 В). На браншах выполнены сквозные пазы под направляющие спицы. Удержание бранш на коже происходит за счет внедренных в толщу тканей спиц. Сближение краев раны начинают с поочередного ручного вкалывания направляющих спиц через кожу, пронизывая всю толщу тканей раны. Выступающие над кожей концы спиц проводят через пазы разведенных бранш, которые затем плавно сближают. Вначале соприкасаются наиболее глубокие слои, на которые накладывают швы. Затем сводят вышележащие слои с последующим их ушиванием. В последнюю очередь накладывают швы на кожу, после чего СпРАРА удаляют.

Применение предлагаемого РАРА может быть не только временным — на период послойного ушивания раны, но и стационарным — его оставляют на весь этап (8–12 сут) образования достаточно прочного соединения тканей и образования надежного рубца [26]. В случаях установки устройства на длительный срок наложение швов необязательно. Простота конструкции аппарата, изготовления и практическая эффективность явились

базой для разработки в последующем новых многочисленных серий адаптационных инструментов для закрытия ран методом одномоментного и дозированного тканевого растяжения при различных клинических ситуациях. Общим принципом для всех созданных этих серий инструментов является наличие храпового механизма и направляющих стержней или спиц [2; 4–6].

Несмотря на значительные возможности в оптимизации методов лечения ран при использовании СпРАРА со спицами, проведенными перпендикулярно продольной оси дефекта, нередко усилия хирурга сводятся на нет. При ранах с трудно и мало податливыми прилежащими тканями, когда перед окончательным соединением следует добиться их мобильности путем форсированного одномоментного или длительного (от 3 до 10 суток и более) перманентного растяжения («раскачивания»), предпочтение отдается СпРАРА со спицами, расположенными параллельно длине раны.

Один из первых предложенных адаптационных инструментов для сближения краев ран, тягу тканей в котором производят спицами, установленными параллельно длине раны [2; 3], состоит из неподвижной и подвижной прижимных пластин. Каждая из прижимных пластин снабжена подвижным и неподвижным выступами, в сквозные пазы последних вставлены спицы. Отгибая края кожного покрова на ране, спицы поочередно продольно проводят через подкожный жировой слой и фасциальные листки таким образом, чтобы концы спиц выступали наружу, кожу при этом не прокалывают. Далее накладывают АРА с разведенными пластинами и закрепляют винтами спицы в выступах.

Для регулирования жесткости прокалывающих элементов разработан СпРАРА с вилкообразными фиксаторами параллельно проведенных спиц [4] (Рис. 1 Г). Причем спицы скручены по винтовой линии относительно своей продольной оси для атравматичного проникновения через тканевый комплекс. На базе этой модели создан усовершенствованный вариант СпРАРА с параллельным проведением спиц, выполненных в виде изогнутых хирургических игл.

Для реализации аппаратного способа лечения ран Михайличенко В.Ю. и соавт. [5] разработали оригинальную серию адаптационных инструментов для закрытия ран, конструктивной особенностью которых является наличие блока фиксации, прокалывающих элементов в виде дугообразно изогнутых игл, фиксирующих винтов и направляющей пластины. Минимальные размеры надкожной части аппарата, выполнение блока фиксирующих элементов из органической пластмассы значительно уменьшает массу аппарата и создает тем самым повышенную комфортность для пациентов.

С учетом существующих недостатков используемых способов временного закрытия лапаротомной раны у больных с распространенным перитонитом разработан аппарат для краевого сближения операционной раны «Аксор», позволяющий дозированно сводить края ране-

вого дефекта под контролем изменения внутрибрюшного давления [27].

За рубежом опубликован материал о применении аналогичного устройства для растяжения кожи (Sure-Closure), предназначенного для закрытия обширных дефектов мягких тканей [28]. Инструмент состоит из 2-х длинных спиц из нержавеющей стали, проведенных внутрикожно на каждой стороне раны; 2-х U-образных бранш из поликарбоната, на нижней поверхности которых имеются острые режущие крючки для сцепления со спицами и несущий винт, вращением которого можно сближать бранши. Применение данного аппарата и его новых моделей позволило получить положительные результаты лечения при закрытии проблемных ран кожи в разных клинических ситуациях [29].

Ratnam B.V. и соавт. успешно применил простой способ закрытия проблемной раны на голове, образовавшейся после удаления опухоли кожи размером около 13×14 см, с помощью аппарата внешней фиксации «Система внешней стабилизации Джоши», выполненного в виде прямоугольной рамы [30]. Похожую методику растяжения кожи с регулируемыми внешними фиксаторами по поводу дефектов кожи у 18 пациентов использовал Wang G. и соавт. [31].

Сообщается о применении для закрытия больших раневых дефектов аналогичных модифицированных аппаратов с возможностью регуляции силы натяжения в зависимости от цвета и температуры кожи, отека краев раны [32], а также устройства, растяжение тканей которыми производят спицами, проведенными также параллельно краям раны. При этом концы выведенных спиц наружу сгибаются под углом 90° и фиксируются резьбовыми стержнями [33].

Стержневые РАРА

Из СтРАРА описано устройство [2], содержащее две пластины, снабженные механизмами взаимной фиксации и сближения, выполненные в виде направляющих стержней. Пластины имеют ортогональные выступы, на концах которых закреплены два суппорта с возможностью изменения угла установки при помощи винтов и направляющих. На суппортах при помощи прижимных пластин и резьбовых шпилек с гайками закреплены трубки с радиальными отверстиями и стилетами.

Предложен СтРАРА для лечения ран и язв преимущественно в случаях несостоятельности накладываемых швов [4] (Рис. 1 Д). Бранши устройства имеют дугообразную форму, подвижно соединены одним концом с механизмом сближения и оснащены съемными подвижными узлами, позволяющими им взаимодействовать с двумя спицами. Механизм сближения выполнен из неподвижной опоры, представляющей собой планку, к которой с обеих сторон прикреплены под углом две дополнительные планки с пазами на концах для крепления бранш и концов стяжки. Для взаимодействия бранш и спиц имеются два толкателя, выполненные в виде переверну-

той буквы “Т”. Один конец толкателя крепится в гнезде головки, второй посредством резьбы в резьбовом отверстии спицы. Третий конец выполняется в виде штифта с возможностью его крепления в одном из отверстий фиксирующей пластины. Обе спицы выполняются полыми с открытым тупым концом, резьбовым отверстием с заглушкой и рельефными канавками на внешней стороне по всей их длине. В результате снижается травматичность использования устройства, появляется возможность его применения при выраженных трофических изменениях кожи, экзематозном дерматите и других поражениях дермы, окружающей рану, трофическую язву, способствующих несостоятельности накладываемых швов.

Гладкие упорные элементы (клеевые) РАРА

С целью равномерного послойного по глубине сближения краев раны и их разведения предложен аппарат, содержащий прижимные пластины, выполненные в виде полуцилиндров [34]. Механизмом их перемещения являются резьбовые стержни и установленные на них с возможностью продольного перемещения и фиксации винты. Полуцилиндры крепят к коже с помощью клея. Из этой серии адаптационных инструментов заслуживает внимания устройство Steri-Strip S (3М, США), в котором используются неинвазивные силы адгезии полоски для обеспечения закрытия раневой поверхности [35].

В современной системе DynaClose (Рис. 1 Е) в качестве шовного материала используются прозрачные полоски эластомера, которые с помощью липкой (клеякой) тканевой ленты фиксируются с обеих сторон к коже [36]. Эластомеры обеспечивают постоянное натяжение тканей по краям раневого дефекта. Однако для поддержания непрерывного напряжения необходима их регулярная смена. Кроме этого, недостатком таких аппаратов является невозможность использования их при воспаленной и мацерированной коже, для сопоставления краев мышечно-апоневротического слоя раны. Не исключается выворачивание краев раны наружу и соскальзывание рабочих элементов устройств ввиду их ненадежной фиксации клеем из-за раневого экссудата, что повышает травматичность сближения краев, риски развития инфекции под полосками и затрудняет хирургическую обработку ран [37].

Практическое применение предложенных нами РАРА имеет научную доказательную экспериментальную базу с математическим обоснованием и использованием высокоточного оборудования, в том числе: доплеровской флоуметрии, резистометров и тензиометров, проводится исследование с оптической когерентной томографией [38–41].

На основании проведенных экспериментальных исследований разработан и реализован на практике полуоткрытый аппаратный способ лечения инфицированных ран, заключающийся во временной изоляции раневой полости от внешней среды, при этом роль изолирующей камеры играют кожные покровы. Способ внераневого

программированного вульносинтеза позволяет значительно уменьшить риск вторичного инфицирования нозокомиальной флорой по сравнению с традиционным и тем самым снизить частоту хирургических осложнений [42].

Наиболее эффективно применение РАРА при ушивании послеоперационных эвентраций и релапаротомных ран, особенно осложненных гнойно-воспалительным процессом [38]. При этом для одномоментного закрытия раны и последующей разгрузки линии швов целесообразно использовать адаптационный инструмент для наложения механического металло-адаптирующего шва [43].

С целью контроля биофизических параметров (уровня внутрибрюшного давления, силы натяжения паравульнарных тканей, показателей микроциркуляции) на базе конструкций спицевых РАРА создан электронный блок регистрации, позволяющий осуществлять динамический контроль за состоянием растягиваемого кожного лоскута при выполнении спицевой аппаратной дермотензии, а также проводить мониторинг и коррекцию внутрибрюшного давления при различных острых заболеваниях органов брюшной полости [44]. Совершенствованием данного направления является модернизация спицевых РАРА и их применение для проведения операций повторного осмотра за состоянием поврежденной кишки и в случае необходимости своевременного внесения корректив в тактику лечения [45].

Использование РАРА в онкологической практике оптимизирует технику удаления опухолевидных образований и закрытие раны. При этом достигается равномерность тракции паравульнарных тканей и надежность наложения швов, а также уменьшение объема кровопотери и значимое снижение частоты локального некроза лоскута после радикальной мастэктомии по сравнению с традиционной техникой операции [46].

Одним из перспективных направлений применения РАРА является лечение послеоперационных вентральных грыж. Установлено, что управляемое аппаратное закрытие лапаротомной раны после грыжесечения, выполняемое под контролем изменения внутрибрюшного давления и силы натяжения мягких тканей, позволяет контролировать объем сепарации слоев передней брюшной стенки и тем самым дифференцированно подходить к вопросу о выборе оптимального способа пластики грыжевых ворот [4; 47].

В эксперименте и клинике установлено, что создание локальной циркуляторной компенсированной гипоксии в донорской зоне методом аппаратного дозированного тканевого растяжения приводит к накоплению фактора, индуцируемый гипоксией 1-альфа (цитокина HIF-1 α), который стимулирует ангиогенез и процессы репаративной регенерации не только в дистрагируемом лоскуте, но и в области первичного раневого дефекта, что в последующем улучшает результаты кожной аутопластики. На основании полученных данных разработан аппаратно-управляемый способ гипоксического preconditionирования трансплантата, безопасность и эф-

фективность которого показана при лечении пациентов с хроническими ранами на фоне микроциркуляторных нарушений [48].

С целью повышения эффективности хирургического лечения пациентов с хроническими ранами нижних конечностей с дефицитом мягких тканей предложены способы, включающие технологии липотрансфера в комбинации с кожной аутопластикой и дермотензией [49].

В предлагаемой нами модернизированной технологии ушивания ран хирургическая нить не является техническим средством для сближения краев раны, она служит только для их фиксации в адаптированном состоянии путем формирования шва [4]. Это позволяет применять шовные нити меньшего диаметра с исключением избыточного повреждения тканей, что способствует повышению местной резистентности тканей к инфекции и снижению осложнений.

Каждый из рассмотренных РАРА имеет свои показания к применению, преимущества и недостатки. Так, например, показанием для аппаратного способа закрытия «проблемной» лапаротомной раны является: 1) эвентрация, 2) релапаротомная рана с воспаленными и ригидными краями, 3) интраабдоминальная гипертензия (острая кишечная непроходимость различного генеза, перитонит, панкреонекроз, тяжёлая травма с массивной кровопотерей), 4) обширная рана, которую невозможно закрыть обычным ручным швом, 5) гранулирующая рана, 6) слабость мышечно-апоневротического слоя и ожирение. Противопоказанием к наложению СпРАРА является деструктивный процесс (флегмона, гнилостная и анаэробная инфекция) предполагаемой области установки его удерживающих элементов [50].

Заключение

С учетом достоинств известных инструментов для аппаратной коррекции ран конструктивные решения вновь создаваемых образцов могут быть весьма разнообразны и приспособлены к тем или иным специфическим особенностям тканевого дефекта. Адаптационные инструменты для сближения краев ран следует использовать при наличии достаточного клинического опыта и практического навыка. В противном случае целесообразно прибегать к более простым методам, таким, например, как техника «шнурков» или простые способы наложения швов [1]. При разработке новых конструкций целесообразно учитывать, что вероятность разрыва сшиваемых тканей окажется минимальной, если силы растяжения будут приложены по всему периметру раны, а не в отдельной его точке.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гостищев В.К., Бояринцев В.В., Евсеев М.А. и др. Технологии соединения тканей в абдоминальной хирургии: руководство для врачей. Первая оперативная типография; 2019. [Gostishchev VK, Boyarintsev

- VV, Evseev MA, et al. Tekhnologii soedineniya tkanei v abdominal'noi khirurgii: rukovodstvo dlya vrachei. Pervaya operativnaya tipografiya; 2019. (In Russ.)]
- Измайлов С.Г., Измайлов Г.А., Гараев В.Н., Бодров А.А., Бесчастнов В.В. Новые технологии в ушивании ран // Казанский медицинский журнал. — 2001. — №82(1). — С.67-71. [Izmailov SG, Izmailov GA, Garaev VN, Bodrov AA, Beschastnov VV. Novye tekhnologii v ushivanii ran. Kazanskii meditsinskii zhurnal. 2001; 82(1): 67-71. (In Russ.)]
 - Измайлов С.Г., Измайлов Г.А., Резник В.С. и др. Адаптационно-репозиционные технические средства в сочетании с биоактивным фармакологическим препаратом ксимедон для стимуляции заживления ран // Медицинская техника. — 1999. — №2. — С.16-21. [Izmailov SG, Izmailov GA, Reznik VS, et al. Adaptatsionno-repozitsionnye tekhnicheskie sredstva v sochetanii s bioaktivnym farmakologicheskim preparatom ksimedon dlya stimulyatsii zazhivleniya ran. Meditsinskaya tekhnika. 1999; 2: 16-21. (In Russ.)]
 - Измайлов С.Г., Измайлов Г.А. Новые технологии в хирургии ран: монография. Изд-во НГМА; 2004. [Izmailov SG, Izmailov GA. Novye tekhnologii v khirurgii ran: Monografiya. Izd-vo NGMA; 2004. (In Russ.)]
 - Михайличенко В.Ю., Татарчук П.А., Шестопалов Д.В., Каракурсаков Н.Э., Самарин С.А. Применение устройств для закрытия ран в хирургии // Вестник неотложной и восстановительной хирургии. — 2019. — №4(1). — С.92-103. [Mikhailichenko VYu, Shestopalov DV, Karakursakov NE. Rezul'taty lecheniya rasprostranennogo peritonita polotkrytym sposobom s primeneniem adaptatsionno-repozitsionnykh apparatov. Univ-ersitetskaya Klinika. 2019; 11(11): 62-65. (In Russ.)]
 - Измайлов С.Г., Бесчастнов В.В. Аппаратная техника ушивания ран // Хирургия. — 2003. — №11. — С.61-64. [Izmailov SG, Beschastnov VV. Apparatnaya tekhnika ushivaniya ran. Khirurgiya. 2003; 11: 61-64. (In Russ.)]
 - Song M, Zhang Z, Liu T, et al. EASApprox(®) skin-stretching system: A secure and effective method to achieve wound closure. *Exp Ther Med*. 2017; 14(1): 531-538. doi:10.3892/etm.2017.4539.
 - Igoumenou VG, Kokkalis ZT, Mavrogenis AF. Fasciotomy Wound Management. In: Mauffrey C, Hak DJ, Martin III MP, eds. *Compartment Syndrome: A Guide to Diagnosis and Management*. 2019: 83-95. doi: 10.1007/978-3-030-22331-1_9.
 - Alkhalifah MK, Almutairi FSH. Optimising Wound Closure Following a Fasciotomy: A narrative review. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2019; 19(3): e192-e200. doi: 10.18295/squmj.2019.19.03.004.
 - Светухин А.М., Амирасланов Ю.А., Митиш В.А. Реконструктивные и пластические операции в гнойной хирургии. В кн.: Федоров В.Д., Светухина А.М. Избранный курс лекций по гнойной хирургии. Миклош; 2005. — С.64-76. [Svetukhin AM, Amiraslanov YuA, Mitish VA. Rekonstruktivnye i plasticheskie operatsii v gnoinoi khirurgii. In: Fedorov VD, Svetukhina AM. Izbranniy kurs lektzii po gnoinoi khirurgii. Miklosh; 2005: 64-76. (In Russ.)]
 - Митиш В.А., Амирасланов Ю.А. Пластические и реконструктивные операции в гнойной хирургии и травматологии // Хирургия. — 2000. — №4. — С.67-69. [Mitish VA, Amiraslanov YuA. Plasticheskie i rekonstruktivnye operatsii v gnoinoi khirurgii i travmatologii. Khirurgiya. 2000; 4: 67-69. (In Russ.)]
 - Амирасланов Ю.А., Саркисов Д.С., Колокольчикова Е.Г. Пластика дефектов мягких тканей методом дозированного тканевого растяжения // Врач. — 1993. — №2. — С.25-27. [Amiraslanov YuA, Sarkisov DS, Kolokol'chikova EG. Plastika defektov myagkikh tkanei metodom dozirovannogo tkanevogo rastyazheniya. Vrach. 1993; 2: 25-27. (In Russ.)]
 - MacKay BJ, Dardano AN, Klapper AM, Parekh SG, Soliman MQ, Valerio IL. Multidisciplinary Application of an External Tissue Expander Device to Improve Patient Outcomes: A Critical Review. *Adv wound care*. 2020; 9(9): 525-538. doi: 10.1089/wound.2019.1112.
 - Bashir AH. Wound closure by skin traction: an application of tissue expansion. *Br J Plast Surg*. 1987; 40(6): 582-587. doi: 10.1016/0007-1226(87)90151-2.
 - Oh SJ. Closure of a full-thickness scalp burn that occurred during hair coloring using a simple skin-stretching method: A case report and review of the literature. *Arch Plast Surg*. 2019; 46(2): 167-170. doi: 10.5999/aps.2018.00871.
 - Yontar Y, Tatar S, Aydin A, Coruh A. Delayed Primary Closure of Traumatic Tension Wounds Using Plastic Straps and Kirschner Wires. *Plast Surg (Oakville, Ont)*. 2019; 27(1): 29-37. doi: 10.1177/2292550317750147.
 - Измайлов Г.А., Оренбуров П.Я., Дятлов Е.Е., Измайлов С.Г. Устройство для провизорной остановки кровотечения при хирургическом удалении опухоли кожи и подкожной клетчатки // Вопросы онкологии. — 1991. — №6. — С.749-750. [Izmailov GA, Orenburov PYa, Dyatlov EE, Izmailov SG. Ustroistvo dlya provizornoi ostanovki krvotocheniya pri khirurgicheskom udaleniі opukholi kozhi i podkozhnoi kletchatki. Voprosy onkologii. 1991; 6: 749-750. (In Russ.)]
 - Blomqvist G, Steenfors H. A new partly external device for extension of skin before excision of skin defects. *Scand J Plast Reconstr Surg hand Surg*. 1993; 27(3): 179-182. doi: 10.3109/02844319309078109.
 - Barnea Y, Gur E, Amir A, et al. Delayed primary closure of fasciotomy wounds with Wisebands, a skin- and soft tissue-stretch device. *Injury*. 2006; 37(6): 561-566. doi: 10.1016/j.injury.2006.02.056.
 - Пятаков С.Н., Порханов В.А., Завражнов А.А., Барышев А.Г., Бардин С.А., Пятакова С.Н. Оценка клинической эффективности применения метода дозированного тканевого растяжения в лечении дефектов кожи и тканей в области брюшной стенки // Таврический медико-биологический вестник. — 2018. — №21(2-1). — С.77-82. [Pyatakov SN, Porkhanov VA, Zavrazhnov AA, Baryshev AG, Bardin SA, Pyatakova SN. Otsenka klinicheskoi effektivnosti primeneniya metoda dozirovannogo tkanevogo rastyazheniya v lechenii defektov kozhi i tkanei v oblasti bryushnoi stenki. Tavricheskii mediko-biologicheskii vestnik. 2018; 21(2-1): 77-82. (In Russ.)]
 - Urbaniak RM, Khuthaila DK, Khalil AJ, Hammond DC. Closure of massive abdominal wall defects: a case report using the abdominal reapproximation anchor (ABRA) system. *Ann Plast Surg*. 2006; 57(5): 573-577. doi: 10.1097/01.sap.0000237052.11796.63.
 - Topaz M, Carmel NN, Silberman A, Li M Sen, Li YZ. The TopClosure® 3S System, for skin stretching and a secure wound closure. *Eur J Plast Surg*. 2012; 35(7): 533-543. doi: 10.1007/s00238-011-0671-1.
 - Li J, Shi JB, Hong P, et al. Combined treatment with vacuum sealing drainage, TopClosure device, and Ilizarov technique for traumatic hemipelvectomy: A rare case report of successful repairing of large-size soft tissue defects. *Medicine (Baltimore)*. 2019; 98(4): e14205. doi: 10.1097/MD.00000000000014205.
 - May BL, Googe B, Durr S, et al. Utility of a Continuous External Tissue Expander in Complex Pediatric Wound Reconstruction. *Eplasty*. 2022; 22: e10.
 - Измайлов Г.А., Ахметзянов Ш.И., Измайлов С.Г. Устройство для сближения краев раны // Хирургия. — 1984. — №12. — С.106-109. [Izmailov GA, Akhmetzyanov ShI, Izmailov SG. Ustroistvo dlya sblizheniya kraev rany. Khirurgiya. 1984; 12: 106-109. (In Russ.)]
 - Ismailov GA, Ismailov SG. Apparative Adaptation der Wundränder. *Chirurgische Prax*. 1997; 52(H3): 425-430.
 - Малков И.С., Филиппов В.А., Коробков В.Н., Тагиров М.Р. Распространенный перитонит: эволюция методов хирургического лечения // Практическая медицина. — 2017. — №6(107). — С.46-49. [Malkov IS, Filippov VA, Korobkov VN, Tagirov MR. Rasprostrannyy peritonit: evolyutsiya metodov khirurgicheskogo lecheniya. Prakticheskaya meditsina. 2017; 6(107): 46-49. (In Russ.)]
 - Hirshowitz B, Lindenbaum E, Har-Shai Y. A skin-stretching device for the harnessing of the viscoelastic properties of skin. *Plast Reconstr Surg*. 1993; 92(2): 260-270. doi: 10.1097/00006534-199308000-00010.
 - Wu Q, Shao Z, Li Y, et al. A novel skin-stretching device for closing large skin-soft tissue defects after soft tissue sarcoma resection. *World J Surg Oncol*. 2020; 18(1): 247. doi: 10.1186/s12957-020-02022-3.
 - Ratnam BV. A simple external tissue expansion technique based on viscoelastic properties of skin to attain direct closure of a large scalp defect: A case report. *Indian J Plast Surg Off Publ Assoc Plast Surg India*. 2015; 48(3): 309-312. doi:10.4103/0970-0358.173137.
 - Wang G, Zhang X, Zhang Z, Wei Z. Clinical study on a skin stretching technique with adjustable external fixators to treat skin defects. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99(37): e22144. doi:10.1097/MD.00000000000022144.
 - Dong Q, Gu G, Wang L, et al. Application of modified adjustable skin stretching and secure wound-closure system in repairing of skin and soft tissue defect. *Chinese J reparative Reconstr Surg*. 2017; 1(12): 1481-1484. doi: 10.7507/1002-1892.201707103.
 - Pu S, Lü Q, Zhao Z, et al. Application of self-made chronic wound closure device in the repair of scarred lower extremity wounds. *Chinese J reparative Reconstr Surg*. 2019; 33(2): 219-222. doi: 10.7507/1002-1892.201803045.
 - Патент СССР на изобретение №1273078/26.03.1985. Нагибин В.И., Жакупбаев А.А., Байбатыров З. Устройство для сведения и разведения краев раны. [Patent SSSR na izobretenie №1273078/26.03.1985. Nagibin VI, Zhakupbaev AA, Baibaturov Z. Ustroistvo dli svedeniya i razvedeniya kraev rany. (In Russ.)]

35. Kerrigan CL, Homa K. Evaluation of a new wound closure device for linear surgical incisions: 3M Steri-Strip S Surgical Skin Closure versus subcuticular closure. *Plast Reconstr Surg.* 2010; 125(1): 186-194. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181c2a492.
36. Doumit J, Vale R, Kanigsberg N. Dynaclose tape: a practical alternative to punch biopsy site closure. *J Cutan Med Surg.* 2013; 17(1): 62-65. doi: 10.2310/7750.2012.11149.
37. Huahui Z, Dan X, Hongfei J, et al. Evaluation of a new tension relief system for securing wound closure: A single-centre, Chinese cohort study. *Plast Surg (Oakville, Ont).* 2016; 24(3): 177-182. doi: 10.4172/plastic-surgery.1000972.
38. Измайлов С.Г., Рябков М.Г., Леонтьев А.Е., Бесчастнов В.В., Измайлов А.Г., Лукоянычев Е.Е. Применение адаптационных инструментов в хирургии релaparотомных ран // Казанский медицинский журнал. — 2019. — №2. — С.351-357. [Izmailov SG, Ryabkov MG, Leont'ev AE, Beschastnov VV, Izmailov AG, Lukoyanychev EE. Primenenie adaptatsionnykh instrumentov v khirurgii relaparotomnykh ran. *Kazanskii meditsinskii zhurnal.* 2019; 2: 351-357. (In Russ.)] doi: 10.17816/KMJ2019-351.
39. Izmaylov SG, Rotkov AI, Beschastnov VV, Rotkov SI, Popov EV, Lukoyanychev EE. Mathematical justification of the wound suturing by wound contractors of new generation. *Phys Technol Proc (CPT2020) Conf Proc 8th Int Sci Conf Comput.* Published online 2020: 232-238.
40. Измайлов С.Г., Бесчастнов В.В., Гараев В.Н. и др. Новые направления в хирургических технологиях лечения ран мягких тканей // Вестник Российской Академии медицинских наук. — 2005. — №10. — С.25-30. [Izmailov SG, Beschastnov VV, Garaev VN, et al. Novye napravleniya v khirurgicheskikh tekhnologiyakh lecheniya ran myagkikh tkanei. *Vestnik Rossiiskoi Akademii meditsinskikh nauk.* 2005; 10: 25-30. (In Russ.)]
41. Бесчастнов В.В., Орлинская Н.Ю., Кудыкин М.Н. Экспериментальная и клиническая оценка возможности дозированной дермотензии в условиях инфицированной раны мягких тканей // Российский медицинский журнал. — 2012. — №3. — С.32-34. [Beschastnov VV, Orlinskaya NYu, Kudykin MN. Eksperimental'naya i klinicheskaya otsenka vozmozhnosti dozirovannoi dermatenzii v usloviyakh infitsirovannoi rany myagkikh tkanei. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal.* 2012; 3: 32-34. (In Russ.)]
42. Измайлов С.Г., Бесчастнов В.В., Измайлов Г.А., Ледяев Д.С., Ботяков А.А., Измайлов А.Г. Внераневои программированный вульносинтез в лечении гнойных ран // Хирургия. — 2005. — №12. — С.49-53. [Izmailov SG, Beschastnov VV, Izmailov GA, Ledyayev DS, Botyakov AA, Izmailov AG. Vneranevoi programmirovannyi vul'nosintez v lechenii gnoinykh ran. *Khirurgiya.* 2005; 12: 49-53. (In Russ.)]
43. Измайлов С.Г., Лукоянычев Е.Е., Леонтьев А.Е. и др. Опыт использования разработанных механических способов лечения больных с раневыми осложнениями протезирующей пластики послеоперационных вентральных грыж // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. — 2022. — №XV(3). — С.236-243. [Izmailov SG, Lukoyanychev EE, Leont'ev AE, i dr. Opyt ispol'zovaniya razrabotannykh mekhanicheskikh sposobov lecheniya bol'nykh s ranevymi oslozhneniyami proteziruyushchei plastiki posleoperatsionnykh ventral'nykh gryzh. *Vestnik eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii.* 2022; XV(3): 236-243. (In Russ.)]
44. Рябков М.Г., Измайлов С.Г., Лукоянычев Е.Е., Сабаури Р.В., Орлинская Н.Ю. Тактика при интраабдоминальной гипертензии у больных с острыми заболеваниями брюшной полости // Хирургия. — 2013. — №3. — С.48-54. [Ryabkov MG, Izmailov SG, Lukoyanychev EE, Sabauri RV, Orlinskaya NYu. Taktika pri intraabdominal'noi gipertenzii u bol'nykh s ostrymi zabolevaniyami bryushnoi polosti. *Khirurgiya.* 2013; 3: 48-54. (In Russ.)]
45. Балеев М.С. Лапаролифтинг как вариант технического обеспечения повторных операций при острой ишемии кишки // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2018. — №4(48). — С.87-96. [Baleev MS. Laparolifting kak variant tekhnicheskogo obespecheniya povtornykh operatsii pri ostroi ishemii kishki. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskie nauki.* 2018; 4(48): 87-96. (In Russ.)] doi: 10.21685/2072-3032-2018-4-9.
46. Воронцов А.Ю., Лукоянычев Е.Е., Измайлов С.Г., Измайлов А.Г., Мартынов Е.Д. Клиническое применение разработанного устройства для закрытия раны после радикальной мастэктомии // Казанский мед журнал. — 2019. — №100(3). — С.505-510. [Vorontsov AYu, Lukoyanychev EE, Izmailov SG, Izmailov AG, Martynov ED. Klinicheskoe primeneniye razrabotannogo ustroystva dlya zakrytiya rany posle radikal'noi mastektomii. *Kazanskii med zhurnal.* 2019; 100(3): 505-510. (In Russ.)] doi: 10.17816/KMJ2019-505.
47. Лукоянычев Е.Е., Измайлов С.Г., Емельянов В.А., Колчина О.С., Ротков А.И., Киселев М.Н. Общий взгляд на технологии профилактики и лечения пациентов с послеоперационными вентральными грыжами // Исследования и практика в медицине. — 2021. — №8(3). — С.84-96. [Lukoyanychev EE, Izmailov SG, Emel'yanov VA, Kolchina OS, Rotkov AI, Kiselev MN. Obshchii vzglyad na tekhnologii profilaktiki i lecheniya patsientov s posleoperatsionnymi ventral'nymi gryzhami. *Issledovaniya i praktika v meditsine.* 2021; 8(3): 84-96. (In Russ.)] doi: 10.17709/2410-1893-2021-8-3-8.
48. Павленко И.В., Бесчастнов В.В., Рябков М.Г. Дозированное тканевое растяжение при подготовке донорской области к свободной аутодермопластике хронических ран // Раны и раневые инфекции. — 2019. — №6(1). — С.25-33. [Pavlenko IV, Beschastnov VV, Ryabkov MG. Dozirovannoe tkanevoe rastyazhenie pri podgotovke donorskoi oblasti k svobodnoi autodermoplastike khronicheskikh ran. *Rany i ranevye infektsii.* 2019; 6(1): 25-33. (In Russ.)] doi: 10.25199/2408-9613-2018-6-1-25-33.
49. Рябков М.Г., Спиридонов А.А., Бесчастнов В.В., Тихонова О.А., Леонтьев А.Е. Лечение хронических ран комбинацией аутодермопластики и липотрансфера. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад Б.В. Петровского. — 2018. — №6(4). — С.17-23. [Ryabkov MG, Spiridonov AA, Beschastnov VV, Tikhonova OA, Leont'ev AE. Lecheniye khronicheskikh ran kombinatsiei autodermoplastiki i lipotransfera. *Klin i eksperiment khir zhurn im akad BV Petrovskogo.* 2018; 6(4): 17-23. (In Russ.)] doi: 10.24411/2308-1198-2018-14002.
50. Измайлов С.Г., Лукоянычев Е.Е., Спиридонов В.И. и др. Инструментально-фармакологическая комбинация в предупреждении раневой инфекции в неотложной абдоминальной хирургии // Забайкальский медицинский вестник. — 2019. — №1. — С.135-143. [Izmailov SG, Lukoyanychev EE, Spiridonov VI, i dr. Instrumental'no-farmakologicheskaya kombinatsiya v preduprezhdenii ranevoi infektsii v neotlozhnoi abdominal'noi khirurgii. *Zabaikal'skii meditsinskii vestnik.* 2019; 1: 135-143. (In Russ.)]