

АСПИРАЦИЯ-ИРРИГАЦИЯ В ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ И РОБОТ-АССИСТИРОВАННОЙ ХИРУРГИИ. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА

Мосоян М. С., Федоров Д. А., Гилев Е. С., Айсина Н. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:
Федоров Дмитрий Александрович,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: tvoiurol@gmail.com

Статья поступила в редакцию 21.09.2023
и принята к печати 25.10.2023.

Резюме

В эндовидеохирургии визуализация является одним из ключевых факторов успешного выполнения операции. Аспирация и ирригация играют важнейшую роль в обеспечении адекватной визуализации на всех этапах операций в общей хирургии, урологии, гинекологии и других специализированных областях. Сегодня практически невозможно представить любую минимально инвазивную операцию без использования аспиратора-ирригатора. Это необходимо для защиты внутрибрюшного пространства от контаминации и/или удаления крови, сгустков или тканевой жидкости во время операции, что в свою очередь крайне важно для обеспечения адекватной визуализации хирургической области. В данной статье указаны основные исторические этапы внедрения аспирации и ирригации в минимально инвазивной хирургии, а также приведены основные устройства для удаления биологических жидкостей во время лапароскопических и роботических операций, использующиеся в современной хирургии.

Ключевые слова: аспиратор-ирригатор, лапароскопия, робот-ассистированная хирургия, урология.

Для цитирования: Мосоян М.С., Федоров Д.А., Гилев Е.С., Айсина Н.А. Аспирация-ирригация в лапароскопической и робот-ассистированной хирургии. Исторические аспекты и современные устройства. Трансляционная медицина. 2023;10(5):354-362. DOI: 10.18705/2311-4495-2023-10-5-354-362. EDN: KHFAHI

ASPIRATION-IRRIGATION IN LAPAROSCOPIC AND ROBOT-ASSISTED SURGERY. HISTORICAL ASPECTS AND MODERN DEVICES

Mkrtich S. Mosoyan, Dmitry A. Fedorov, Evgeny S. Gilev,
Nadezhda A. Aysina

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Dmitry A. Fedorov,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: tvoiuurolog@gmail.com

Received 21 September 2023; accepted
25 October 2023.

Abstract

Visualization is one of the key factors for successful operation in endovideosurgery. Aspiration and irrigation play a critical role in ensuring adequate visualization at all stages of operations in general surgery, urology, gynecology and other areas of surgery. It is almost impossible to imagine any minimally invasive surgery without the use of an aspirator-irrigator. It is necessary to protect the intra-abdominal space from contamination and/or removal of blood, clots or other fluid during surgery, which in turn is essential to ensure adequate visualization of the surgical area. This article identifies the main historical stages in the introduction of aspiration and irrigation in minimally invasive surgery, as well as the main devices for removing biological fluids during laparoscopic and robotic operations, used in modern surgery.

Key words: aspirator-irrigator, laparoscopy, robot-assisted surgery, urology.

For citation: Mosoyan MS, Fedorov DA, Gilev ES, Aysina NA. Aspiration-irrigation in laparoscopic and robot-assisted surgery. Historical aspects and modern devices *Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine*. 2023;10(5):354-362. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2023-10-5-354-362. EDN: KHFAHI

Лапароскопическая хирургия

С момента своего появления в начале XX века лапароскопия использовалась сугубо в качестве диагностического метода, направленного на обнаружение в брюшной полости свободной жидкости — крови, гноя, кишечного содержимого и т. д. В 1901 году G. Kelling из Дрездена представил Немецкому биологическому и медицинскому обществу в Гамбурге исследование желудка и пищевода у людей. Он описал технику визуализации брюшной полости и ее содержимого у собаки путем введения цистоскопа, разработанного Nitze и Leiter, через троакар, разработанный Fielder, после создания пневмоперитонеума с фильтрованным воздухом. Kelling использовал термин «келио-

скопия» для описания этой техники, и отчет был опубликован в 1902 году. В то же время шведский хирург Jacobeus в 1901 году опубликовал отчеты о технике лапароскопии у людей по похожей методике — введение цистоскопа непосредственно в брюшную полость, однако без предварительного наложения пневмоперитонеума [1–3].

Оперативная лапароскопия заявила о себе в 1933 году, когда Fervers и соавторы впервые описали лапароскопическое разделение внутрибрюшных спаек с помощью инструментов для биопсии и каутера [4–6]. И постепенно набирала обороты по мере появления важных изобретений в области светопроводимости и систем телескопических линз.

Примерно с середины XX века, во многом благодаря вкладу Veress, Hasson, Semm, Muhe и других хирургов-новаторов того времени, данный метод получил дальнейшее развитие и к концу столетия прочно закрепился в качестве одной из основных хирургических методик сначала в хирургии органов малого таза, а затем и в абдоминальной хирургии [5, 7–9]. В 1986 году британским урологом Джоном Уикхэмом был впервые введен термин «минимально инвазивная хирургия» и даже учреждено первое в Соединенном Королевстве отделение минимально инвазивной хирургии. Несколькими годами позже Джон Уикхэм совместно с Брэйном Дэвисом из Императорского колледжа Лондона представил одну из первых роботических хирургических систем PROBOT, для выполнения трансуретральной резекции предстательной железы [10].

Роботическая хирургия

В конце XX столетия на смену лапароскопии приходит роботическая хирургия. В 1993 году компанией Computer Motion Inc. (США) было представлено роботизированное устройство Aesop («Эзоп»), в 1995 году на базе платформы Aesop был создан первый универсальный телеуправляемый хирургический робот для лапароскопических операций — ZEUS («Зевс»), оснащенный 2 телеуправляемыми манипуляторами, которые приводились в движение с помощью инструментов управления («мастер-рук» или джойстиков), расположенных на консоли хирурга [11]. Данная хирургическая система использовалась во время первой в истории трансатлантической хирургической операции (операции Линдберга), которая была проведена 7 сентября 2001 года [12, 13].

В 1999 году компанией Intuitive Surgical Inc. (США) была введена в эксплуатацию роботическая хирургическая система da Vinci, состоящая из трех блоков: консоль хирурга, консоль пациента и эндовидеохирургическая стойка. Хирургическая консоль — это рабочее место оперирующего хирурга. Удобно расположившись за консолью, доктор видит хирургическое поле в трехмерном изображении через 3D-видеоискатель и управляет инструментами с помощью двух манипуляторов. Консоль пациента (или тележка пациента) оснащена четырьмя руками-манипуляторами, одна из которых служит для фиксации эндоскопа, изображение с которого передается на монитор, встроенный в консоль хирурга, остальные — для фиксации хирургических инструментов. Используемые инструменты имеют диаметр от 5 до 8 мм, технология EndoWrist обеспечивает

7 степеней свободы, что придает естественную ловкость движениям и позволяет выполнять манипуляции, недоступные для человеческой руки. В конечном счете улучшенная визуализация и возможности инструментов обеспечивают высокое качество операции и повышают безопасность ее проведения [14].

Роботическая хирургическая система da Vinci по сей день остается наиболее востребованной, распространенной и универсальной, широко используется в разных областях хирургии практически на всех континентах земного шара. С 2000 года, когда Управление по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами США (FDA) дало разрешение на проведение с помощью da Vinci хирургических операций, и по настоящий момент установлено почти 6 700 роботических хирургических систем da Vinci в 69 странах мира, выполнено уже более 10 000 000 хирургических вмешательств. Неуклонно растет и число публикаций по роботической хирургии — по данным PubMed на 2022 год существует более 23 500 статей, а за последнее время их количество возросло почти до 4 000 за год. Имеются в том числе и длительные сравнительные многоцентровые исследования, метаанализы, и рандомизированные контролируемые исследования, доказывающие эффективность, безопасность и превосходство роботической хирургии над лапароскопией в урологии, гинекологии и общей хирургии [15, 16].

Аспирация и ирригация

Аспирация и ирригация являются неотъемлемой частью практически любой лапароскопической и робот-ассистированной операции. Эвакуация биологических жидкостей (кровь, моча, серозная жидкость и т. д.), удаление некоторых более плотных фрагментов (например, сгустки крови), а также промывание тканей, операционного поля необходимо для обеспечения адекватной визуализации, предотвращения кровотечения, и контаминации полостей организма [17, 18].

Впервые аспирация в медицинской практике была применена французским хирургом Dieulafoy в 1869 году. Описанный им аппарат представлял собой большой аспирационный шприц с механическим приводом и использовался в основном для чрескожной эвакуации патологических скоплений жидкостей и газа из организма, включая аспирацию газа из ущемленных грыж (рис. 1) [19].

В современных операционных аспирация осуществляется через настенные выпускные отверстия, к которым подсоединяется собирательный аппарат.

Аспирация осуществляется благодаря отрицательному градиенту давления, обусловленного атмосферным давлением. В трубчатых аспирационных системах, используемых в большинстве больниц, градиент давления создается центральным вакуумным насосом, соединенным с резервуаром, или системой Вентури, которая приводится в действие сжатым воздухом и располагается за каждым выпускным отверстием в стене (либо на специальной консоли в операционной). Регулирующий клапан и манометр также монтируются на выпускном отверстии в стене либо консоли. Блок сбора состоит из одной или двух банок, одноразового либо многоразового использования, соединенных с выпускным отверстием гибкой пластиковой трубкой. Помимо этого, на выходном отверстии обычно устанавливают фильтр из спеченной бронзовой сетки, а к сборным банкам прикрепляют запорный клапан для предотвращения аспирации жидкости в настенное крепление. Наконец, аспирационные насадки различной формы для использования анестезиологом или хирургом подсоединяются к сборному блоку с помощью дополнительного отрезка гибкой трубки. Подсоединение собирающего устройства обычно приводит к тому, что манометр регистрирует небольшое отрицательное давление из-за сопротивления воздушному потоку, при этом падение давления из-за сопротивления собирающего аппарата должно быть порядка -10 Вт. Когда система не закупорена, во всасывающий наконечник поступает быстрый поток воздуха. Всасывание жидкостей и даже полутвердых веществ, таких как сгусток крови, достигается погружением наконечника аспиратора в жидкость или помещением его на сгусток. Это создает закрытую систему, и настенный манометр регистрирует в течение короткого периода времени снижение давления до тех пор, пока не будет

достигнуто спроектированное максимальное отрицательное давление окклюзии. На этой стадии или до нее обычно создается достаточное усилие, чтобы вызвать прохождение жидкости или полутвердых веществ в наконечник аспиратора [20, 21].

Разные методики аспирации и инструменты

Одна из наиболее простых методик была описана F. Gerges и соавторами — методика «соломинки», градиента давления и силы тяжести — Straw Pressure Gradient and Gravity (SPGG) при лапароскопических вмешательствах. Данная методика состоит в применении простого гибкого зонда из поливинилхлорида для аспирации жидкости из брюшной полости, который вводится в брюшную полость через один из лапароскопических портов, подводится в скопление жидкости, после чего снимается предварительно наложенный на его проксимальный конец зажим, и, под действием градиента давления согласно закону о сообщающихся сосудах, жидкость эвакуируется. Ирригацию же осуществляют путем присоединения к данному зонду шприца и подачи необходимого объема жидкости вручную [22]. В своей работе авторы доказывают эффективность, безопасность, а также простоту и дешевизну метода.

М. Ozer и коллеги создали лапароскопическую аспирационную трубку с губчатым наконечником (sponge-tip suction tube — STST), которая может аспирировать почти всю внутрибрюшную жидкость за одну попытку, не прилипая к кишечнику и сальнику, благодаря наличию губчатого сферического защитного наконечника, который предотвращает прилипание тканей к аспиратору, а также специального воздушного канала, предотвращающего отрицательное давление воздуха внутри губчатого наконечника (рис. 2). В экспериментах *in vitro* устройство продемонстрировало лучшие

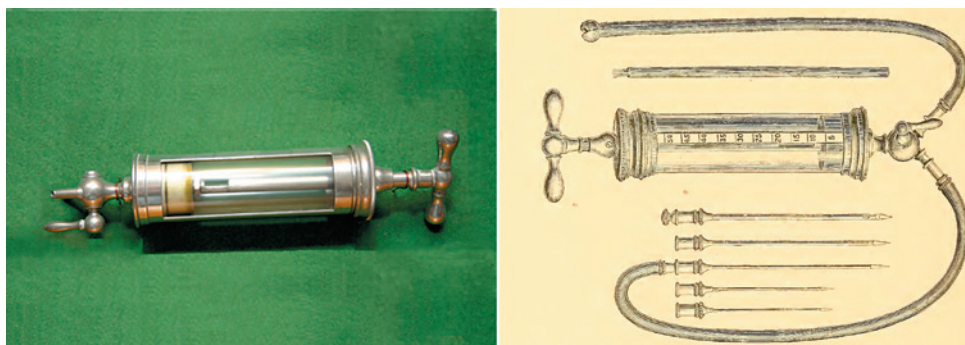


Рис. 1. Аспирационный шприц с трубкой Dieulafoy, 1869 г.

Figure 1. Aspiration syringe with Dieulafoy tube, 1869

результаты по сравнению со стандартными аспирационными трубками, а это позволяет авторам сделать заключение, что использование нового аспирационного наконечника потенциально может уменьшить длительность операции и более эффективно воздействовать в зоне жидкостных скоплений [23].

Южнокорейские исследователи создали несколько моделей насадок для аспиратора-ирригатора для исключения нежелательного прилипания тканей к боковым отверстиям инструмента в ходе аспирации. Проведя ряд экспериментов *in vitro*, авторы подтвердили, что аспирацию через боковое отверстие можно предотвратить с помощью внутренней конструкции, полностью разделяющей пути ирригации и аспирации, либо путем добавления специальной перегородки на дистальном конце катетера [24].

Исследователи из Индии работают над созданием при помощи вычислительной гидродинамики комбинированных инструментов для лапароскопии, представляющих собой диссекторы либо зажимы и одновременно трубки для аспирации и ирригации. Конструкция инструмента такова: полая трубка выполнена вокруг диссектора по его оси, с углом выступания в 30 градусов и диаметром 7 мм на проксимальном конце. Слайдерный механизм помогает трансформировать его в трубку для аспирации-ирригации или в диссектор в режиме реального времени. Создание такого рода инструментов позволит устанавливать меньшее количество эндопортов, что, в свою очередь, уменьшит послеоперационный болевой синдром,

ускорит восстановление пациента после вмешательства и улучшит косметический эффект. Более того, это позволит потенциально сократить время операции за счет смены инструментов [25].

Описанное устройство является не единственным в своем роде: ранее предпринимались попытки совместить аспиратор-ирригатор с хирургическим инструментом. Например, существует хирургический инструмент, состоящий из специального зажима, соединенного с внешней аспирационной трубкой, он разработан для использования в однопортовой видеоторакоскопической хирургии (рис. 3). Данное устройство было адаптировано из стандартного для торакальной хирургии зажима для удержания ткани-мишени, с функцией захвата лимфатических узлов. Аспирационная трубка присоединяется к стержню инструмента, а затем к рукоятке подсоединяется система для аспирации. Таким образом, наконечник инструмента дополнительно выполняет функцию аспиратора, в то же время реализуя свою первоначальную функцию захвата ткани [26].

N. Sakurazawa и коллеги разработали новый тип зажима с устройством для одновременной аспирации. Во время операции хирург может держать данный инструмент в одной руке, чтобы незамедлительно начать аспирацию, как только этого потребует ситуация, и, не меняя инструменты, использовать второй инструмент, находящийся в другой руке, для коагуляции источника кровотечения (рис. 4). Инструмент является достаточно узким для введения в стандартный 5-миллиметровый порт, может функционировать как щипцы и как аспирационное

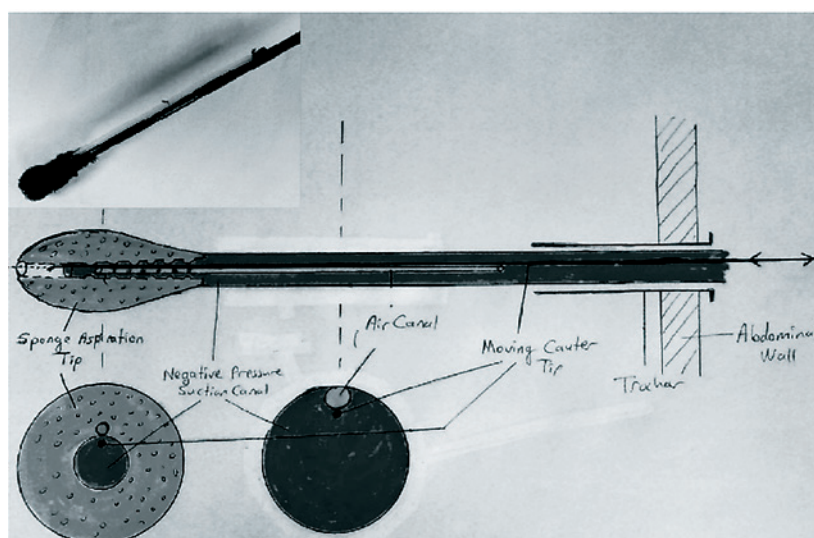


Рис. 2. Чертеж лапароскопической аспирационной трубки с губчатым наконечником (STST)

Figure 2. Drawing of a laparoscopic aspiration tube with a sponge tip (STST)

устройство, а также вращаться на 360°. После проведенных испытаний *in vitro* устройство сочли безопасным для исследований на людях и были одобрены клинические испытания [27].

Японскими нейрохирургами был создан мультифункциональный инструмент, имеющий раздельные каналы для аспирации и ирригации, при этом канюля для аспирации также может функционировать как электрокоагулятор, при нажа-

тии на педаль. Данный инструмент был успешно апробирован и использован при внутричерепных кровотечениях [28].

В робот-ассистированной хирургии, как и в традиционной лапароскопии трудно переоценить роль аспирации и ирригации: ни одна роботическая операция не обходится без использования данного инструмента. В ходе роботических вмешательств аспиратор-ирригатор находится в ру-

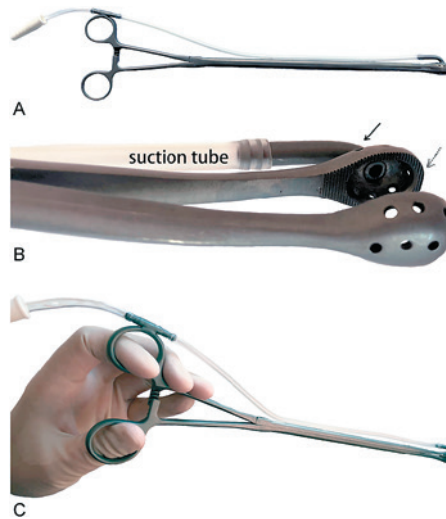


Рис. 3. Зажим-аспиратор для видеоторакоскопии (Zhang X, et al.)

Figure 3. Clasp-aspirator for videothoracoscopy (Zhang X, et al.)

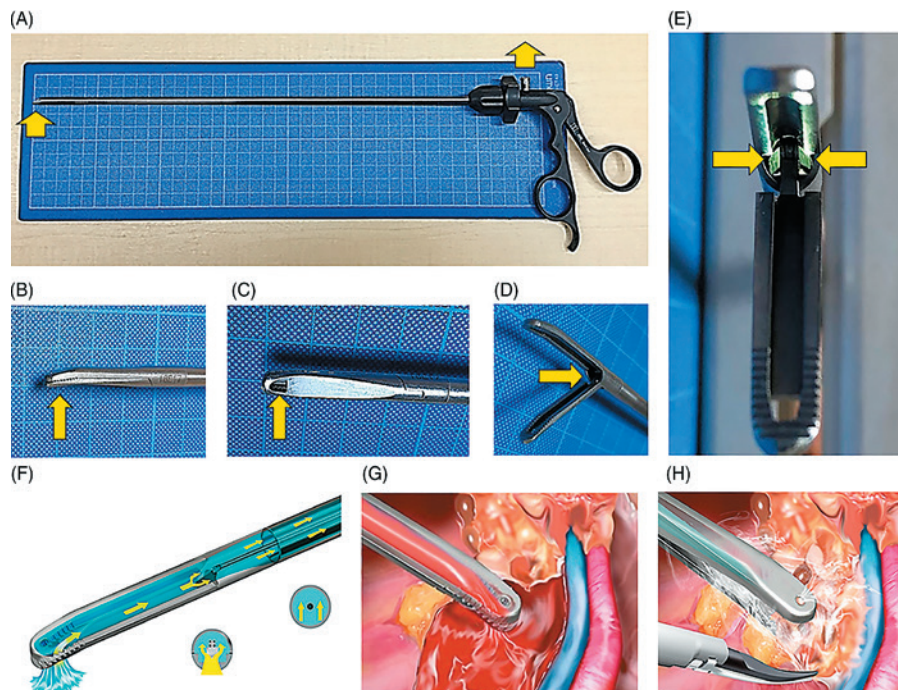


Рис. 4. Лапароскопический зажим, совмещенный с аспиратором-ирригатором

Figure 4. Laparoscopic clamp combined with an aspirator-irrigator

ках хирурга-ассистента: этот инструмент используется не только для эвакуации биологических жидкостей и кровяных сгустков из полостей тела, но и для орошения их стерильным раствором для лучшей визуализации, а также обеспечивает тракцию тканей, тем самым выполняя роль «четвертой роботической руки», улучшая обзор операционного поля для консольного хирурга.

О. Martinez и коллеги создали специальный катетер для аспирации и ирригации, управляемый консольным хирургом при роботической операции. Данный катетер исследователи использовали во время ряда робот-ассистированных радикальных простатэктомий. Устройство с дистанционным управлением аспирацией и ирригацией (ROSI — remotely operated suction irrigation) состоит из гибкого аспирационного катетера, помещаемого через ассистентский порт для использования хирургом при необходимости (рис. 5). Устройство настраивается на постоянную аспирацию (чтобы исключить ножную педаль) без потери давления инсuffляции. Эта модификация была разработана для постоянной эвакуации дыма с целью обеспечения видимости и возможности эвакуации жидкости хирургом в любое время, путем простого перемещения катетера ROSI в нужное место. Удаляли устройство только тогда, когда порт был необходим для введения игл или мешка для препарата.

Авторы заключают, что метод является эффективным и безопасным, при этом предоставляет хирургу больше автономии без негативного влияния на ход операции [29].

При хирургических вмешательствах, связанных со значительным объемом кровопотери, в том числе в кардиохирургии, абдоминальной

хирургии, гинекологии, урологии и т. д., со второй половины XX века стали использоваться аппараты для интраоперационной реинфузии крови. Подобные устройства предназначены для сбора, очистки и реинфузии пациенту его собственной крови, теряемой во время хирургической операции, при этом сбор крови происходит с помощью насадки аспиратора, который присоединен к самому аппарату для реинфузии. Использование таких устройств помогает минимизировать потерю крови и снижает потребность в донорской крови. Первые аппараты для интраоперационной реинфузии появились в 1960-х. В начале 1970-х годов компанией Haemonetics Corporation был представлен аппарат Cellsaver, он стал одним из пионеров в этой области, получил широкое распространение в медицинской практике и является одним из наиболее часто применяемых аппаратов на сегодняшний день [30–32].

Заключение

Сейчас практически невозможно представить любую лапароскопическую либо робот-ассистированную хирургическую операцию без использования аспиратора-ирригатора. Его главными функциями являются защита внутрибрюшного пространства от контаминации и/или удаление крови, сгустков или тканевой жидкости во время операции, что позволяет обеспечить оптимальную визуализацию хирургической области. С момента внедрения в хирургическую практику методов аспирации и ирригации появлялись новые устройства, более совершенные, технологичные либо более функциональные. Эволюция аппаратов для аспирации и ирригации продолжается и по на-

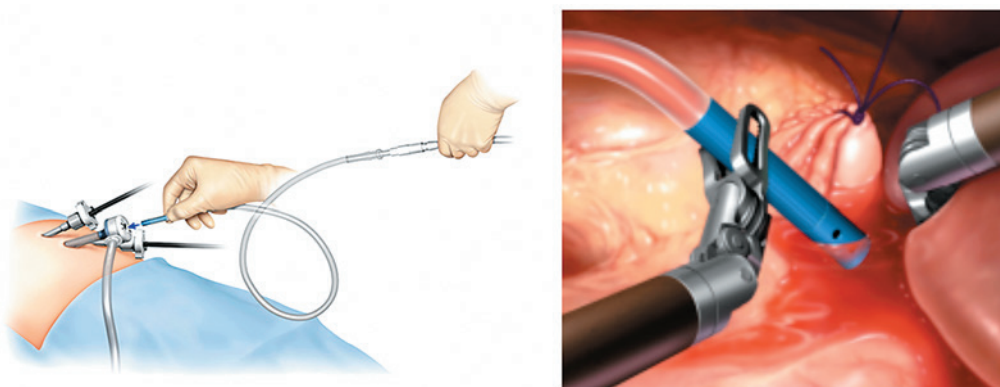


Рис. 5. Аспиратор-ирригатор для робот-ассистированных хирургических вмешательств, управляемый консольным хирургом (ROSI)

Figure 5. Aspirator-irrigator for robot-assisted surgical interventions, controlled by a console surgeon (ROSI)

стоящее время — исследователи из разных стран стараются усовершенствовать, дополнить имеющиеся устройства, совместить несколько инструментов в одном, расширить их функционал.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциально-го конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Финансирование / Funding

Работа выполнена в рамках соглашения о предоставлении субсидии из бюджета Санкт-Петербурга на возмещение расходов (недополученных доходов) в связи с производством (реализацией) товаров № 258-23 от 19.12.2023. / The work was carried out under the agreement for providing a subsidy from the Saint Petersburg budget to compensate for expenses (lost income) related to the production (sale) of goods, No. 258-23 dated 19.12.2023.

Список литературы / References

1. Bozzini P. Lichtleiter, eine Erfindung zur Anschauung innerer Theile und Krankheiten nebst der Abbildung //Journal der practischen Heilkunde, Berlin. 1806. Vol. 24. P. 107–124.
2. Antoniou SA, et al. Endoscopy and laparoscopy: a historical aspect of medical terminology //Surgical endoscopy. 2012. Vol. 26. P. 3650–3654.
3. Ruiz AG, Rodríguez LG, García JC. Historical evolution of the laparoscopic surgery //Revista Mexicana de Cirugía Endoscópica. 2016. Vol. 17. No 2. P. 93–106.
4. Lau WY, Leow CK, Li AKC. History of endoscopic and laparoscopic surgery //World journal of surgery. 1997. Vol. 21. No 4. P. 444.
5. Kelley JrWE. The evolution of laparoscopy and the revolution in surgery in the decade of the 1990s //JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons. 2008. Vol. 12. No 4. P. 351.
6. Litynski GS. Endoscopic surgery: the history, the pioneers //World journal of surgery. 1999. Vol. 23. P. 745–753.
7. Antoniou SA, et al. Past, present, and future of minimally invasive abdominal surgery //JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons. 2015. Vol. 19. No 3.
8. Shakoор N, Naz S, Khan MM. Comparison of Hasson (Open) and Veress Needle (Closed) Technique of Creating Pneumoperitonium in Laparoscopic Cholecystectomy //Pakistan Journal of Medical & Health Sciences. 2022. Vol. 16. No 05. P. 1093–1093.
9. Hanney RM, Alle KM, Cregan PC. Major vascular injury and laparoscopy //Australian and New Zealand journal of surgery. 1995. Vol. 65. No 7. P. 533–535.
10. Wickham JEA. Minimally invasive surgery // Journal of Endourology. 1987. Vol. 1. No 2. P. 71–74.
11. Sánchez-Martín FM, Jiménez Schlegl P, Millán Rodríguez F., et al. History of robotics: from archytas of tarentum until Da Vinci robot. (Part II). Actas Urol Esp. 2007;31(3):185–196.
12. Marescaux J, Rubino F. The ZEUS robotic system: experimental and clinical applications. Surg Clin North Am. 2003;83(6):1305–1315.
13. Kim HL, Schulam P. The PAKY, HERMES, AESOP, ZEUS, and da Vinci robotic systems. Urol Clin North Am. 2004;31(4):659–669.
14. Chitwood JrWR. Historical evolution of robot-assisted cardiac surgery: a 25-year journey //Annals of Cardiothoracic Surgery. 2022. Vol. 11. No 6. P. 564.
15. Мосоян М.С., Федоров Д.А. Современная робототехника в медицине //Трансляционная медицина. 2020;7(5):91–108.
16. Rivero-Moreno Y, et al. Robotic Surgery: A Comprehensive Review of the Literature and Current Trends //Cureus. 2023. Vol. 15. No 7.
17. Junaidi AR, et al. Advances in Laparoscopic surgeries and CFD perspective of suction-irrigation devices //AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2021. Vol. 2317. No 1.
18. Friedrich MG, et al. Modifications of surgical suction tip geometry for flow optimisation: influence on suction-induced noise pollution //Surgery research and practice. 2018. Vol. 2018.
19. Dieulafoy G. Exulceratio simplex. L'intervention chirurgicale dans les hématoméses foudroyantes consécutives à l'exulcération simple de l'estomac. Bull Acad Med. 1898;39:49–84.
20. Meagher AP, et al. Physics and function of operating room suction //Australian and New Zealand Journal of Surgery. 1991; 61(9):687–691.
21. Latif L, Macdonald J. Suction devices //Anaesthesia & Intensive Care Medicine. 2023.
22. Gerges F, Nour E, Gerogiannis IN. The Straw Pressure Gradient and Gravity (SPGG) Technique: A Safe and Cost-Effective Technique for Laparoscopic Suction // Cureus. 2023. Vol. 15. No 4.
23. Ozer MT, et al. A novel laparoscopic suction device for applying precise aspiration during laparoscopic surgery: Sponge-tip suction tube //Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. 2008;18(5):747–750.
24. Yi SW. A Novel Suction-and-Irrigation Laparoscopic Surgical Instrument: Internal Design and Preclinical Performance Evaluation //Journal of Medical Devices. 2021. Vol. 15. No 2. P. 024503.
25. Junaidi AR, et al. Advances in Laparoscopic surgeries and CFD perspective of suction-irrigation devices //AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2021. Vol. 2317. No 1.

26. Zhang X, et al. Innovative solution for grasping forceps support suction to facilitate uniportal video-assisted thoracoscopic surgery //The Thoracic and Cardiovascular Surgeon. 2019;67(02): 151–154.
27. Sakurazawa N, et al. Evaluation of the safety and efficacy of suction□tip forceps, a new tool for laparoscopic surgery, for gastric cancer //Asian Journal of Endoscopic Surgery. 2021;14(2):232–240.
28. Nagasaka T, et al. Balanced irrigation-suction technique with a multifunctional suction cannula and its application for intraoperative hemorrhage in endoscopic evacuation of intracerebral hematomas //Neurosurgery. 2009;65(4):E826–E827.
29. Martinez O, et al. Impact of surgeon-controlled suction during robotic prostatectomy to reduce dependence on bedside assistance //Journal of Endourology. 2021;35(8):1163–1167.
30. Mora Miquel L, Manrique Muñoz S, Maegele M. Cell salvage in oncological surgery, peripartum haemorrhage and trauma //Surgeries. 2022;3(1):44–63.
31. Kuppurao L, Wee M. Perioperative cell salvage // Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain. 2010;10(4):104–108.
32. Winton TL, Charrette EJP, Salerno TA. The cell saver during cardiac surgery: does it save? //The Annals of thoracic surgery. 1982;33(4):379–381.

Информация об авторах:

Мосоян Мкртич Семенович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой урологии с курсом роботической хирургии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Федоров Дмитрий Александрович, ассистент кафедры урологии с курсом роботической хирургии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Гилев Евгений Сергеевич, ассистент кафедры урологии с курсом роботической хирургии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Айсина Надежда Анатольевна, ассистент кафедры урологии с курсом роботической хирургии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Authors information:

Mkrtich S. Mosoyan, D.Sc., Prof., Head of the department of urology with a course of robotic surgery with clinic, Almazov National Medical Research Centre;

Dmitry A. Fedorov, assistant professor of the department of urology with a course of robotic surgery with clinic, Almazov National Medical Research Centre;

Evgeny S. Gilev, assistant professor of the department of urology with a course of robotic surgery with clinic, Almazov National Medical Research Centre;

Nadezhda A. Aysina, assistant professor of the department of urology with a course of robotic surgery with clinic, Almazov National Medical Research Centre.