

Пути эволюции лапароскопической хирургии

В. Н. Запорожан, А. В. Малиновский
Одесский национальный медицинский университет

The evolution ways for laparoscopic surgery

V. N. Zaporozhan, A. V. Malynovskyi
Odessa National Medical University

Хирургию XXI века невозможно представить без миниинвазивных технологий. В практике абдоминального хирурга они разделены на четыре направления: лапароскопическая хирургия, гибкая оперативная эндоскопия, чрескожные вмешательства под ультразвуковым контролем и эндоваскулярные операции. Подобным образом миниинвазивные подходы реализованы в других хирургических специальностях. Важно то, что миниинвазивные операции – аналоги классических открытых операций не только улучшили периоперационные и функциональные отдаленные результаты, но и полностью заменили соответствующие стандартные вмешательства, оставив для последних очень узкий перечень показаний.

Однако на современном уровне развития медицины и цифровых технологий этого результата недостаточно. Во-первых, появилась возможность объективного контроля и помощи хирургу в процессе выполнения операции благодаря ряду технологий, названных «image-guided surgery» (хирургия, управляемая визуализацией). Это повышает качество и безопасность сложных эндоскопических операций. Во-вторых, развивается робототехника, которая позволяет не только улучшить точность и скорость действий хирурга, но и выполнять операции дистанционно. Последнее важно и в условиях пандемии Covid-19. В-третьих, ежегодно появляются технологии в передаче изображения и его цифровой обработке, не говоря уже о постоянном прогрессе в электрохирургии и инструментарии. Все это переводит на качественно новый уровень миниинвазивную хирургию.

Проведен литературный поиск с помощью баз данных PubMed, CrossRef и Embase с использованием ключевых слов: «history of laparoscopy» (история лапароскопии), «robotic surgery» (роботическая хирургия), «digital laparoscopy» (цифровая лапароскопия), «telesurgery» (телехирургия, дистанционная хирургия), «image-guided surgery» (хирургия, управляемая визуализацией), «advanced visualization in laparoscopy» (продвинутая визуализация в лапароскопии), «3D-laparoscopy» (3D-лапароскопия), «three-dimensional laparoscopy» (трехмерная лапароскопия), «robotized instruments» (роботизированные инструменты). Благодаря проведенному поиску были отобраны преимущественно обзорные статьи, мета-анализы с систематическими обзорами и хорошо спланированные оригинальные сравнительные исследования, а также когортные исследова-

ния и собственные публикации. Итого было проанализировано: глава из монографии, три обзорные статьи, 13 мета-анализов с систематическими обзорами, пять сравнительных исследований и восемь когортных исследований и собственных публикаций.

Главным направлением миниинвазивной хирургии в практике общего (абдоминального) хирурга является лапароскопическая хирургия. Лапароскопическая хирургия стала ответвлением лапароскопической гинекологии, основоположником которой является немецкий гинеколог Kurt Semm, выполнивший в 1983 г. первую лапароскопическую аппендэктомию. С момента первой лапароскопической холецистэктомии, выполненной Philippe Mouret в 1987 г., лапароскопическая хирургия практически полностью заменила классическую открытую хирургию. В 90-х гг. прошлого столетия были разработаны и широко внедрены такие относительно простые лапароскопические операции, как преперитонеальная пластика паховых грыж, аппендэктомиа, пластика вентральных грыж, пластика пищевода отверстия диафрагмы, адrenaлэктомия, операции при холедохолитиазе, операции при ургентной абдоминальной патологии. Развитие этих операций связано с именами Berci, Perrisat, Cuschieri, Dalemagne и др. [1]. В этот период были заложены основные принципы лапароскопических манипуляций, эффективного и безопасного использования основного оборудования и инструментария, определены показания и противопоказания к основным лапароскопическим операциям и, наконец, отработаны анестезиологические аспекты.

В первой декаде XXI века существующие лапароскопические операции были серьезно усовершенствованы благодаря хорошо отработанной технике и более совершенному оборудованию и инструментарию. Уже в 2000-х гг. появляются все современные направления технического усовершенствования этого вида хирургии. К ним относятся: изображение с высоким разрешением (видеосистемы старого поколения были заменены на Full HD-эндовидеосистемы), продвинутая биполярная коагуляция (аппарат Ligasure, ультразвуковой скальпель), эндоскопические степлеры и прочий продвинутый инструментарий. В результате стало возможным лапароскопически выполнить те операции, которые ранее относились к большой абдоминальной хирургии. Отработаны такие сложные операции, как левосторонняя и правосторонняя гемиколэктомия

мия, пластика гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы, пластика больших послеоперационных вентральных грыж, резекция желудка и гастрэктомия, передняя и низкая передняя резекция прямой кишки, бариатрические операции (гастрошунтирование, рукавная резекция и др.), анатомические резекции печени. Развитие указанных операций в современном их виде связано с именами Bittner, Lacy, Mason, Palanivelu, Parvaiz и др. Важным аспектом этого периода является формирование традиционных для каждой страны и континента направлений лапароскопической хирургии. Общеизвестно, что бариатрическая хирургия наиболее развита в США, колоректальная хирургия хорошо развита не только в США, но и в Западной Европе, лапароскопическая хирургия рака желудка хорошо разработана в Японии и Корее, лапароскопические резекции печени хорошо развиты в Китае, Корее и Японии, герниология хорошо развита в ряде европейских стран (например, Германия, Испания) и в Индии, наконец, операции при грыжах пищеводного отверстия диафрагмы и ахалазии пищевода хорошо разработаны специалистами из Франции и Италии. В сочетании с разработанными симуляционными технологиями это позволило создать всемирно известные центры обучения лапароскопической хирургии.

В последние 10 лет наблюдается качественно новый прогресс в лапароскопической хирургии, обусловленный развитием цифровых технологий. Их можно разделить на два основных направления: роботизированная хирургия и продвинутая визуализация. Роботизированная хирургия иначе именуется как телехирургия, дистанционная хирургия. Но это – не главное ее преимущество. Основными преимуществами роботизированной хирургии являются улучшение точности и скорости выполнения хирургических манипуляций, а также продвинутая визуализация, в частности, трехмерная лапароскопия. Помимо трехмерной лапароскопии, к технологиям продвинутой визуализации относится целое направление «image-guided surgery» (хирургия, управляемая визуализацией). В первую очередь это слияние диагностического и лапароскопического изображений, а также более простые технологии, как, например, флюоресцентная лапароскопия. Все это позволило довести до совершенства уже разработанные и перечисленные выше операции, а также начать выполнять в ряде высокоспециализированных центров операции самой высокой сложности: панкреатодуоденальную резекцию, гемигепатэктомию, простатэктомию и др.

Первый робот-хирург Da Vinci был разработан в 2000 году. Роботизированная хирургия распространилась повсеместно с появлением робота Da Vinci Si HD. В данный момент в мире насчитывается около 5000 центров роботической хирургии. Наибольшего развития она достигла в США, Японии, Корее и высокоразвитых странах Западной Европы. Преимуществом роботизированных операций является не только увеличение точности и скорости движений хирурга, но и возможность манипуляций

в труднодоступных анатомических зонах, а также минимизация так называемого человеческого фактора в виде тремора рук и общей усталости хирурга. Основным принципом роботизированной хирургии является управление основным блоком со специальной консоли, за которой сидит хирург и в которой имеются трехмерный экран, манипуляторы, педали и специальный интерфейс. Со стороны пациента устанавливается основной блок робота «с руками», одна из которых держит камеру, а остальные – инструменты. В работе последнего поколения Da Vinci Xi все инструменты, в том числе оптика, восьмимиллиметровые. Инструменты для роботизированной хирургии отличаются от классических лапароскопических инструментов, имеющих только три степени свободы: движение относительно брюшной стенки, движения по оси троакара и ротация по оси инструмента. Роботизированные инструменты имеют дополнительную степень свободы в виде изгиба рабочей части инструмента (так называемая артикуляция), позволяющей практически полностью воссоздать движение руки хирурга. Они запатентованы производителем системы Da Vinci компанией Intuitive Surgical под названием EndoWrist. Система позволяет сделать движения инструментов не только точными, но и плавными.

Основные преимущества роботических операций были хорошо показаны на примере простатэктомии, являющейся в настоящее время основной роботической операцией. Так, по результатам ряда работ при роботической простатэктомии по сравнению со стандартной лапароскопической достоверно снижается частота осложнений, объем кровопотери, а также частота послеоперационных функциональных нарушений [2, 3]. Аналогичные преимущества, а также лучшие результаты лимфодиссекции были показаны при гастрэктомии, низкой передней резекции прямой кишки, резекциях поджелудочной железы и печени [4 – 7]. Преимущества роботизированной хирургии продемонстрированы не только при операциях в неудобных анатомических зонах и требующих высокоточных движений, но и при длительных монотонных операциях, когда нужно компенсировать усталость зрительного аппарата и общую усталость хирурга. Таким примером является лапароскопическая пластика вентральных грыж с сепарацией слоев и другие операции при грыжах [8 – 10]. Однако основным фактором, сдерживающим широкое распространение роботизированной хирургии и использование ее при большинстве видов операций, является стоимость этой технологии. При этом высокая стоимость не только самой системы, но и ежегодного обслуживания, а также инструментов, которые имеют ограничения по числу использований. Именно поэтому роботизированные системы установлены в основном в высокоспециализированных центрах с большим потоком пациентов. Внедрение более дешевых решений для клиник среднего ранга является будущей задачей систем здравоохранения, особенно в развивающихся странах.

Отметим также, что компания Intuitive Surgical в настоящее время выпустила систему для однопортовой робо-

тической хирургии Da Vinci SP. Это очередной этап развития не только роботической хирургии, но и однопортовой хирургии или так называемой хирургии единого доступа. Это многообещающее направление активно развивалось в конце 2000–х гг. и было разработано в первую очередь для улучшения косметических результатов операций, а также уменьшения послеоперационной боли и, как следствие, скорейшей реабилитации пациентов. В этот период были разработаны такие однопортовые операции, как холецистэктомия, сигмоидэктомия, спленэктомия, которые показали определенные преимущества [11 – 13]. Однако развитие хирургии единого доступа и особенно направления NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery – трансгастральные и трансвагинальные операции) затормозилось из-за ограничений функциональности такого подхода (нестабильная платформа, сложность достижения триангуляции, необходимость в изогнутых артикулирующих инструментах). В итоге из технологий минимизации лапароскопического доступа прижилось только направление минилапароскопии, то есть использование трехмиллиметровых миниинструментов в привычных точках. Опыт ряда авторов и наш собственный опыт показал ряд преимуществ этого подхода при холецистэктомии и фундопликации, особенно при использовании fast-track (быстрое выздоровление) протоколов [14, 15]. Роботизированная однопортовая хирургия использует гибкие инструменты нового поколения, что нивелирует недостатки первых однопортовых вмешательств [16].

Для улучшения результатов сложных лапароскопических операций в клиниках среднего уровня в настоящее время рассматривается иное решение – роботизированные инструменты. Пока они существуют в виде прототипов или только начинают поступать на рынок. Роботизированные инструменты приближаются по функциональности к инструментарию EndoWrist системы Da Vinci и в то же время в десятки раз дешевле. Многие эксперты считают, что сочетание роботизированных инструментов и трехмерной лапароскопии способно на 70 – 80% заменить полноценные стационарные роботизированные системы. Преимуществом такого комплекса является возможность его использования в рутинной практике при выполнении таких операций, как хиатопластика, кардиомиотомия, бариатрические операции, сложная пластика передней брюшной стенки, то есть при тех вмешательствах, где манипуляции, например ушивание, выполняются в неудобных анатомических зонах.

Трехмерная лапароскопия – одна из современных технологий продвинутой визуализации, позволяющая за счет стереоскопического эффекта получить ощущение глубины и в результате увеличить точность и скорость манипуляций, по крайней мере, на определенных этапах операций. При использовании трехмерной лапароскопии достоверно уменьшается длительность операций и улучшается их качество при выполнении герниопластики, пластики грыж пищеводного отверстия диафрагмы, операций при колорек-

тальном раке и раке желудка [17 – 21]. Наш опыт показал, что при использовании 3D–лапароскопии при пластике различных грыж длительность наиболее сложных этапов сокращается в 2–3 раза [22]. Отрицательным моментом 3D–лапароскопии является отсутствие ротации оптики.

Вторая по популярности в настоящее время технология продвинутой визуализации – это флюоресцентная лапароскопия. Она требует применения специальной эндовидеосистемы и флюоресцирующего препарата – индоцианина зеленого. Флюоресцентная холангиография – визуализация внепеченочных желчных протоков, позволяющая избежать их повреждения при технически трудной холецистэктомии, например, при остром холецистите с паравезикальным инфильтратом. По данным ряда авторов и нашим данным при этом снижается частота конверсий и уменьшается вероятность повреждения желчных протоков [23, 24]. Флюоресцирующий препарат при этом вводят за 30 – 40 мин до операции.

Флюоресцентная лимфография – визуализация регионарных лимфатических узлов желудка или толстой кишки, позволяющая объективно контролировать лимфодиссекцию и увеличить ее объем. Индоцианин зеленый при этом вводят интраоперационно субсерозно в области опухоли, например при гастрэктомии, или эндоскопически непосредственно перед операцией, например при резекции ободочной кишки. По данным ряда работ эта технология дает возможность увеличить количество удаленных лимфатических узлов и облегчить выполнение лимфодиссекции при гастрэктомии, резекции ободочной кишки, гистерэктомии и других операциях [25].

Флюоресцентная ангиография – объективная оценка органного кровотока, при которой введенный внутривенно флюоресцирующий препарат через 2 – 3 мин показывает их кровоснабжение. По демаркационной линии, образующейся, например, при низкой передней резекции, определяют оптимальный уровень пересечения низводимой кишки, что уменьшает риск несостоятельности. Это показано рядом исследований, что уже позволило во многих клиниках ввести эту технологию в рутинное использование [26]. Флюоресценция используется также для визуализации паразитовидных желез, микрометастазов печени, линии пересечения паренхимы при анатомических резекциях печени, а также мочеточников.

Очень интересной современной технологией в направлении продвинутой визуализации является наложение диагностического изображения на лапароскопическое. Это требует не только аппаратного соединения диагностического оборудования и лапароскопической стойки, но и специального программного обеспечения. Благодаря этому можно очень четко выполнять такие сложные операции, как анатомические резекции печени, осуществляя диссекцию в межсосудистых зонах, не говоря уже о возможности предоперационного планирования объема операции [27]. В настоящее время созданы так называемые гибридные операционные, в которых эта технология сочетается, например, с интраоперационной луче-

вой терапией, радиочастотной абляцией и прочими современными лечебными технологиями.

Однако одной из наиболее интересных современных технологий является цифровая лапароскопия. В настоящее время она представлена на рынке системой Senhance, представляющей собой консоль управления с трехмерной визуализацией и отдельные блоки роботизированных инструментов. Система имеет много преимуществ. Помимо функции дистанционной лапароскопии и увеличения точности манипуляций, как в системе Da Vinci, система цифровой лапароскопии Senhance позволяет управлять движениями камеры глазами хирурга, ощущать тактильную отдачу от инструментов при их контакте с определенными тканями (haptic feedback), а также пользоваться уникальной функцией защиты от повреждения определенных структур. Эта функция, которую можно назвать «умной лапароскопией», заключается в анализе массива выполненных операций с определенными метками, что не позволяет хирургу, например, войти в неправильный слой при диссекции. Подобные функции определяют существование нового направления цифровой лапароскопии, и оно, наряду с удешевлением роботизированных технологий, в ближайшем будущем займет основное место в развитии лапароскопической хирургии. Результаты использования системы Senhance, которая, к слову, снабжена многоразовыми инструментами, показали оптимальное соотношение цены и качества для ряда сложных лапароскопических операций, в том числе в рутинном использовании [28 – 30]. Эта система, таким образом, может быть лучшим решением для клиник среднего уровня, желающих улучшить качество лапароскопической хирургии и в то же время уменьшить расходы на это дорогостоящее оборудование. Система постоянно совершенствуется, например, в последнее время она оснащена ультразвуковым скальпелем и трехмиллиметровыми инструментами для минилапароскопии.

Выводы

1. Лапароскопическая хирургия практически полностью заменила соответствующие открытые операции, что стало возможным за счет трех направлений: улучшенная визуализация, продвинутая биполярная коагуляция и усовершенствованный инструментарий.

2. Технологии продвинутой визуализации, такие как 3D-лапароскопия, хирургия, управляемая визуализацией, флюоресцентная лапароскопия, значительно расширяют возможности лапароскопической хирургии.

3. Внедрение роботизированных технологий позволило достигнуть качественно нового уровня выполнения сложных лапароскопических операций, однако эта технология пока остается дорогостоящей.

4. Ожидается, что наиболее значимым направлением развития лапароскопической хирургии будет так называемая цифровая лапароскопия, включающая не только удешевленные роботизированные технологии, но и ряд функций искусственного интеллекта.

Подтверждение

Финансирование. Процесс подготовки и опубликования статьи финансирован исключительно за счет личных средств авторов.

Информация о вкладе авторов. Запорожан В. Н. – концепция и дизайн исследования, редактирование текста; Малиновский А. В. – сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание, оформление и коррекция текста.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают, что они не имеют конфликта интересов и финансовых отношений с третьими лицами касательно результатов, описанных в данной статье.

Согласие на публикацию. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи. Все авторы дали согласие на опубликование этой рукописи.

References

- Zaporozhan VM, Grubnik VV, editors. Endoscopic surgery. Kyiv: Medicine; 2019. 592 p. ISBN: 978-617-505-733-9. [In Ukrainian].
- Christie A, Dragan I. Laparoscopic versus robotic-assisted radical prostatectomy for the treatment of localized prostate cancer: a systematic review. *Urol Int.* 2016; 96(4):373–8. doi: 10.1159/000435861. PMID: 26201500.
- Cao L, Yang Z, Qi L, Chen M. Robot-assisted and laparoscopic vs open radical prostatectomy in clinically localized prostate cancer: perioperative, functional, and oncological outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet (London, England)*. 2019;98(22):e15770. doi: 10.1097/MD.0000000000015770. PMID: 31145297.
- Roh HF, Nam SH, Kim JM. Robot-assisted laparoscopic surgery versus conventional laparoscopic surgery in randomized controlled trials: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(1):e0191628. doi: 10.1371/journal.pone.0191628. PMID: 29360840.
- Sun Y, Xu H, Li Z, Han J, Song W, Wang J, et al. Robotic versus laparoscopic low anterior resection for rectal cancer: a meta-analysis. *World J Surg Oncol.* 2016;14:61. doi: 10.1186/s12957-016-0816-6. PMID: 26928124.
- Hu L, Yao L, Li X, Jin P, Yang K, Guo T. Effectiveness and safety of robotic-assisted versus laparoscopic hepatectomy for liver neoplasms: a meta-analysis of retrospective studies. *Asian J Surg.* 2018;41(5):401–16. doi: 10.1016/j.asjsur.2017.07.001. PMID: 28912048.
- Zhou JY, Xin C, Mou YP, Xu XW, Zhang MZ, Zhou YC, et al. Robotic versus laparoscopic distal pancreatectomy: a meta-analysis of short-term outcomes. *PLoS One.* 2016;11(3):e0151189. doi: 10.1371/journal.pone.0151189. PMID: 26974961.
- Schmitz R, Willeke F, Barr J, Scheidt M, Saelzer H, Darwich I, et al. Robotic inguinal hernia repair (TAPP) first experience with the new Senhance robotic system. *Surg Technol Int.* 2019;34:243–9. PMID: 30716159.
- Waite KE, Herman MA, Doyle PJ. Comparison of robotic versus laparoscopic transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair. *J Robot Surg.* 2016;10(3):239–44. doi: 10.1007/s11701-016-0580-1. PMID: 27112781.
- Warren JA, Cobb WS, Ewing JA, Carbonell AM. Standard laparoscopic versus robotic retromuscular ventral hernia repair. *Surg Endosc.* 2017; 31(1): 324–32. doi: 10.1007/s00464-016-4975-x. PMID: 27287903.
- Haueter R, Schütz T, Raptis DA, Clavien P-A, Zuber M. Meta-analysis of single-port versus conventional laparoscopic cholecystectomy comparing body image and cosmesis. *Br J Surg.* 2017;104(9):1141–59. doi: 10.1002/bjs.10574. PMID: 28569406.
- Evers L, Bouvy N, Branje D, Peeters A. Single-incision laparoscopic cholecystectomy versus conventional four-port laparoscopic cho-

- lecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc.* 2017;31(9):3437–48. doi: 10.1007/s00464-016-5381-0. PMID: 28039641.
13. Hoyuela C, Juvany M, Carvajal F. Single-incision laparoscopy versus standard laparoscopy for colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Am J Surg.* 2017;214(1):127–40. doi: 10.1016/j.amjsurg.2017.03.002. PMID: 28343612.
 14. Alhashemi M, Almahroos M, Fiore JF Jr, Kaneva P, Gutierrez JM, Nevillett A, et al. Impact of miniport laparoscopic cholecystectomy versus standard port laparoscopic cholecystectomy on recovery of physical activity: a randomized trial. *Surg Endosc.* 2017;31(5):299–309. doi: 10.1007/s00464-016-5232-z. PMID: 27655375.
 15. Malinovsky AV, Galimon MM, Badiou SY. Mini-laparoscopy with fast-track protocols for the cholelithiasis and hernias treatment. *Surgery of Ukraine.* 2019;(3):30–8. doi: 10.30978/SU2019-3-30. [In Russian].
 16. Paek J, Lee JD, Kong TW, Chang SJ, Ryu HS. Robotic single-site versus laparo-endoscopic single-site surgery for adnexal tumours: a propensity score-matching analysis. *Int J Med Robot.* 2016;12(4):694–700. doi: 10.1002/rcs.1707. PMID: 26450129.
 17. Fergo C, Burcharth J, Pommergaard HC, Kildebro N, Rosenberg J. Three-dimensional laparoscopy vs 2-dimensional laparoscopy with high-definition technology for abdominal surgery: a systematic review. *Am J Surg.* 2017;213(1):159–70. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.07.030. PMID: 27816196.
 18. Bochao Zh, Wu Lv, Di M, Rui L, Shiyang B, Baojun H, et al. Comparison of short-term surgical outcome between 3D and 2D laparoscopy surgery for gastrointestinal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Langenbeck's Arch Surg.* 2020;405(1):1–12. doi: 10.1007/s00423-020-01853-8. PMID: 31970475.
 19. Chen L, Li B, Zeng L, Zhao J, Lei J, Luo H, et al. Three-dimensional vs 2-dimensional laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(49): e18222. doi: 10.1097/MD.00000000000018222. PMID: 31804348.
 20. Pantalos G, Patsouras D, Spartalis E, Dimitroulis D, Tsourouflis G, Nikiteas N. Three-dimensional versus two-dimensional laparoscopic surgery for colorectal cancer: systematic review and meta-analysis. *In Vivo.* 2020;34(1):11–21. doi: 10.21873/invivo.11740. PMID: 31882458.
 21. Koppatz HE, Harju JI, Sirén JE, Mentula PJ, Scheinin TM, Sallinen VJ. Three-dimensional versus two-dimensional high-definition laparoscopy in transabdominal preperitoneal inguinal hernia repair: a prospective randomized controlled study. *Surg Endosc.* 2019. doi: 10.1007/s00464-019-07266-z4. PMID: 31754852.
 22. Zaporozhan VM, Malynovskiy AV. Experience of application of 3D-visualization in laparoscopic operations. *Klin Khir.* 2020;87(1-2):35–8. doi: 10.26779/2522-1396.2020.1-2.35 [In Ukrainian].
 23. Malinovskiy AV, Mayorenko MM, Badiou SY, Galimon MM. The first experience of fluorescence laparoscopy for cholecystectomy, the bile ducts and the colon surgery. *Surgery of Ukraine;*2018;(4):31–8. doi: 10.30978/SU2018-4-31 [In Russian].
 24. He M, Jiang Z, Wang C, Hao Z, An J, Shen J. Diagnostic value of near-infrared or fluorescent indocyanine green guided sentinel lymph node mapping in gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Oncol.* 2018; 118(8): 1243–56. doi: 10.1002/jso.25285. PMID: 30380146.
 25. Emile SH, Elfeki H, Shalaby M, Sakr A, Sileri P, Laurberg S, et al. Sensitivity and specificity of indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in detection of metastatic lymph nodes in colorectal cancer: Systematic review and meta-analysis. *J Surg Oncol.* 2017;116(6):730–40. DOI: 10.1002/jso.24701. PMID: 28570748.
 26. Kawada K, Hasegawa S, Wada T, Takahashi R, Hisamori S, Hida K, et al. Evaluation of intestinal perfusion by ICG fluorescence imaging in laparoscopic colorectal surgery with DST anastomosis. *Surg Endosc.* 2017;31(3):1061–9. doi: 10.1007/s00464-016-5064-x. PMID: 27351656.
 27. Wiegmann AL, Broucek JR, Fletcher RN, Luu MB, Deziel DJ, Myers JA. Image-guided navigation in lymph node biopsy. *JLS.* 2018;22(2):e2017.00099. doi: 10.4293/JLS.2017.00099. PMID: 29950799.
 28. Prevost GA, Eigl B, Paolucci I, Rudolph T, Peterhans M, Weber S, et al. Efficiency, accuracy and clinical applicability of a new image-guided surgery system in 3D laparoscopic liver surgery. *J Gastrointest Surg.* 2019;doi: 10.1007/s11605-019-04395-7. PMID: 31621024.
 29. Peters BS, Armijo PR, Krause C, Choudhury SA, Oleynikov D. Review of emerging surgical robotic technology. *Surg Endosc.* 2018;32(4): 1636–55. doi: 10.1007/s00464-018-6079-2. PMID: 29442240.
 30. Schmitz R, Willeke F, Darwich I, Kloeckner-Lang SM, Saelzer H, Labenz J, et al. Robotic-assisted Nissen fundoplication with the Senhance® surgical system: technical aspects and early results. *Surg Technol Int.* 2019;35:113–9. PMID: 31687787.
 31. Montlouis-Calixte J, Ripamonti B, Barabino G, Corsini T, Chaleur C. Senhance 3-mm robot-assisted surgery: experience on first 14 patients in France. *J Robot Surg.* 2019;13(5):643–7. doi: 10.1007/s11701-019-00955-w. PMID: 30953270.

Надійшла 10.01.2020