

Досвід використання тривимірної візуалізації при лапароскопічних операціях

В. М. Запорожан, А. В. Малиновський
Одеський національний медичний університет

Experience of application of 3D-visualization in laparoscopic operations

V. M. Zaporozhan, A. V. Malynovskyi
Odesa National Medical University

Реферат

Мета. Вивчення перших результатів застосування тривимірної візуалізації при різних лапароскопічних операціях.

Матеріали і методи. Виконано 169 операцій: 27 трансабдомінальних преперитонеальних пластик пахових гриж, 19 інтраперитонеальних алопластик пупкових і післяопераційних вентральних гриж з ушиванням грижового дефекту, 1 ретромускулярну алопластику пупкової грижі, 6 реконструкцій передньої черевної стінки з приводу діастазу прямих м'язів живота, 103 пластики гриж стравохідного отвору діафрагми і фундоплекцій, 7 кардіоміотомій за Геллером та фундоплекцій за Дором, 1 субтотальну, 3 атипові резекції шлунка та 2 рукавні резекції шлунка з приводу ожиріння.

Результати. При виконанні трансабдомінальних преперитонеальних пластик пахових гриж тривимірна лапароскопія полегшила і прискорила вшивання парієтальної очеревини, при виконанні інтраперитонеальних алопластик пупкових і післяопераційних вентральних гриж – ушивання грижового дефекту. При пластиці гриж стравохідного отвору діафрагми і фундоплекції додатковою перевагою використання тривимірної лапароскопії була зручність маніпуляцій у складній анатомічній зоні при виконанні крурорафії. При операціях на шлунку з використанням тривимірної візуалізації були отримані аналогічні переваги. Інтра- та післяопераційних ускладнень не зафіксовано. Рецидивів гриж не спостерігали в період від 6 міс до 1,5 року.

Висновки. Тривимірна візуалізація уможливило швидке та з високою точністю виконання складних маніпуляцій у незручних анатомічних зонах. Необхідні подальші збір матеріалу і порівняння результатів тривимірної лапароскопії і двовимірної лапароскопії в проспективних дослідженнях з використанням об'єктивних параметрів, а також вивчення доцільності селективного застосування тривимірної візуалізації, наприклад, при виконанні найскладніших етапів операції.

Ключові слова: грижа стравохідного отвору діафрагми; вентральна грижа; пахова грижа; тривимірна лапароскопія.

Abstract

Objective. Studying of first results of application of 3D visualization in various laparoscopic interventions.

Materials and methods. There were performed 169 operations: 27 transabdominal preperitoneal plasties of inguinal hernias, 19 intraperitoneal alloplasties of umbilical and postoperative ventral hernias with suturing of hernia defect, 1 retromuscular alloplasty of umbilical hernia, 6 reconstructions of anterior abdominal wall for dyastasis of rectal abdominal muscles, 103 plasties of hiatal hernias with funduplications, 7 Heller's cardiomyotomies and Dor's fundoplication, 1 subtotal, 3 atypical gastric resections and 2 sleeve gastric resections for obesity.

Results. 3D laparoscopy have simplified and accelerated the parietal peritoneum suturing in conduction of transabdominal preperitoneal plasties of inguinal hernias, as well as while performance of intraperitoneal alloplasties of umbilical and postoperative ventral hernias – the hernia defect suturing. While doing the hiatal hernia plasty, fundoplication with crurorrhaphy 3D laparoscopy have provided the additional advantages of manipulations improvement in special anatomic zones. Analogous advantages were shown in gastric operations, using 3D visualization. Intra- and postoperative complications were absent, as well as the hernias recurrence in the 6 mo–1.5 yr follow-up.

Conclusion. The 3D visualization guarantees a rapid and highly-precision performance of complex manipulations in technically hard anatomic zones. Further accumulation of the material and comparison of results of 3D and 2D laparoscopy in prospective investigations, using objective parameters, as well as studying of expediency for 3D visualization selective application, for instance while performance of the most complicated operative stages are necessary.

Keywords: hiatal hernia; ventral hernia; inguinal hernia; 3D-laparoscopy.

У теперішній час у світі більше як 80% операцій виконують лапароскопічно, і в ході цих операцій є етапи, що відрізняються технічною складністю. Це або дисекція у вузьких просторах, або накладання швів у незручних анатомічних зонах. Наприклад, при пластиці гриж стравохідного отвору діафрагми (ГСОД) такими етапами є дисекція в позадустравохідному просторі і задня крурорафія. Цю проблему можна вирішити, застосовуючи не лише раці-

ональне встановлення троакарів і добре відпрацьовану хірургічну техніку, а й так звану просунуту візуалізацію, до якої відноситься тривимірна лапароскопія, або стереолапароскопія. Ця технологія передбачає використання оптичної системи, яка має два канали та за допомогою якої зображення передається на спеціальний екран. Оскільки це зображення близьке до звичайного стереоскопічного сприйняття зорового апарату людини, тривимірна лапаро-

скопія має певні переваги над звичайною лапароскопією.

Мета дослідження: вивчення перших результатів застосування тривимірної 3D-візуалізації при різних лапароскопічних операціях.

Матеріали і методи дослідження

Тривимірною лапароскопією використана нами при 169 операціях, які були виконані у Багатопротилежному медичному центрі Університетської клініки Одеського національного медичного університету. Виконано 27 трансабдомінальних преперитонеальних пластик (ТАПП) пахових гриж (6 двосторонніх і 21 одностороння), 19 інтраперитонеальних алопластик пупкових і післяопераційних вентральних гриж з ушиванням грижового дефекту, 1 ретромулярну алопластику пупкової грижі, 6 реконструкцій передньої черевної стінки з приводу діастазу прямих м'язів живота (ретромулярна алопластика із заднім розділенням шарів і вивільненням поперечного м'яза живота), 103 пластики ГСОД і фундоплікацій (алоластика у вигляді посилення задньої крурорафії), 7 кардіоміотомій за Геллером та фундоплікацій за Дором, 1 субтотальну і 3 атипичних резекції шлунка з приводу пухлин і 2 рукавні резекції шлунка з приводу ожиріння.

При ТАПП 3D-лапароскопія обмежено використовувалась при позиціонуванні сітчастого імплантата, а в основному – при вшиванні парієтальної очеревини; 3 операції були виконані виключно у тривимірному варіанті. При пластиці пупкових і післяопераційних вентральних гриж (серединних, параколотомічних, після люмботомії) 3D-лапароскопія використовувалась при вшиванні грижового дефекту, що ми робимо у більшості операцій; при ретромулярній алопластиці пупкової грижі – при вшиванні грижового дефекту та відсепарованого листка апоплексу; при операціях з приводу діастазу прямих м'язів живота – для вшивання білої лінії живота та задніх листків піхв прямих м'язів живота; при пластиці ГСОД – як при задній крурорафії або алопластиці стравохідного отвору, так і при фундоплікації; при операціях з приводу ахалазії стравоходу – при формуванні фундоплікаційної манжетки за Дором (варіант із фіксацією манжетки до країв кардіоміотомного розрізу); при субтотальній і атипичних резекціях шлунка – при вшиванні отворів у стінці шлунка; при рукавній резекції шлунка – при вшиванні лінії скобкового шва. Таким чином, нами вивчалися в основному можливості 3D-лапароскопії при накладанні інтракорпоральних швів у незручних анатомічних зонах або коли накладання самих швів було технічно складним. При цьому здебільшого використовувалась самозатягувальна нитка V-loc 2-0 або 3-0 (Covidien, США). Основні етапи операції (встановлення троакарів, дисекція, мобілізація, завершальні етапи) виконувалися з використанням стандартної двовимірної лапароскопії.

Використовувалась таке обладнання компанії «Richard Wolf»: відеокамера Eric 3D HD, стереооптика 0 і 30 градусів, відеопроцесор Eric 3D HD, діодне джерело світла, 3D-монітор 32 дюйми та комплект 3D-окулярів. При плас-

тиці пупкових, післяопераційних вентральних та пахових гриж використовувалась стереооптика 0 градусів, а при інших операціях – стереооптика 30 градусів. При виконанні операцій на стравохідно-шлунковому переході і шлунку тривимірною лапароскопічною стійкою розташовувалась зліва з боку голови пацієнта, звичайний монітор – посередині, а пацієнт та операційна бригада – за французьким способом. При виконанні ТАПП 3D-лапароскопічною стійкою розташовувалась біля ніг пацієнта з боку грижі, звичайний монітор – поруч з нею, а хірурги – з протилежного боку біля голови пацієнта. При виконанні алопластик пупкових і післяопераційних вентральних гриж або ретромулярних пластик 3D-лапароскопічною стійкою розташовувалась справа від хворого з боку тулуба, підвісний 2D-монітор – там же.

Результати

При виконанні різних алопластик 3D-лапароскопією починали використовувати після введення в черевну порожнину сітчастих імплантатів і шовного матеріалу. Ділянки сітчастих імплантатів позиціонували і потім, як правило, моделювали за розміром та формою за допомогою ножиць, тримаючи імплантат. Тут була відчутною значна перевага 3D-візуалізації. Але основні переваги 3D-лапароскопії демонструвала при маніпуляціях з голкою та ниткою: якщо при 2D-лапароскопії асистенту відеокамери необхідно постійно змінювати її дистанцію та кут огляду відносно голки, обох інструментів та об'єкта, що вшивається, то при 3D-лапароскопії об'єм і кількість цих рухів зменшуються в декілька разів, що в кінцевому результаті полегшує як візуалізацію для хірурга, так і координацію «хірург – асистент відеокамери». Порахувавши такі «допоміжні» рухи відеокамери при 3D- та 2D-лапароскопії, ми встановили, що в процесі виконання крурорафії при двох приблизно однакових операціях кількість рухів при використанні 3D-лапароскопії скорочувалась у 4 рази – із 125 до 32 рухів. Особливу увагу ми звернули на переваги 3D-лапароскопії в процесі перехвату голки інструментами з метою позиціонування її під кутом 90° у голкотримачі. Дуже актуальною ця перевага виявилась при вшиванні грижових дефектів передньої черевної стінки, білої лінії живота та пластиці діастазу прямих м'язів живота. При накладанні даного шва (перевернутого) є дуже важливим ідеальний кут прошивання. Також актуальною ця перевага виявилась при накладанні швів-зашморгів, наприклад, для вшивання загального отвору гастроентероанастомоза, особливо довгою ниткою. Таким чином, середній час ушивання дефекту очеревини при ТАПП становив 10 хв (від 8 до 14 хв), ушивання дефекту післяопераційної вентральної грижі середнього розміру – 15 хв (від 10 до 23 хв), алоластики стравохідного отвору діафрагми – 15 хв (від 11 до 25 хв), фундоплікації за Ніссеном – 10 хв (від 9 до 15 хв).

Відмічено ряд недоліків використання 3D-лапароскопії. Оскільки у наявній у нашому розпорядженні системі можливості повороту оптики за її віссю немає, під час основних етапів операцій використовувалась 2D-лапа-

роскопія, особливо при операціях на передній черевній стінці. Також під час перших операцій була відмічена деяка невідповідність передачі кольору в 3D: наприклад, рідина мала більш темний колір, що ускладнювало визначення, кров це чи серозно-геморагічна рідина. Ураховуючи ці переваги та недоліки 3D-лапароскопії, ми одними з перших в Україні застосували дану технологію на найбільш технічно складних етапах операцій і в найнезручніших анатомічних зонах. Однак після 20 виконаних операцій ми адаптувались до ефекту зміни кольору і тепер у 60–70% пацієнтів можемо відносно комфортно виконувати маніпуляції на передній черевній стінці, використовуючи 3D-відеосистему. Для цього ми ротуємо камеру з оптикою 30 градусів на 30 – 45 градусів і виконуємо такі етапи, як встановлення та видалення троакарів, гемостаз троакарних ран тощо. В той же час, працюючи з тривимірною візуалізацією, ми відмічали якісно нове відчуття автоматизму та інтуїтивності виконання маніпуляцій у порівнянні з 2D-лапароскопією. За результатами сторонньої оцінки точності та швидкості виконання маніпуляцій залучені експерти дійшли висновку, що дії хірурга майже наближуються до роботизованої хірургії при використанні 3D-лапароскопії за умови виконання добре відпрацьованих та доведених до автоматизму етапів.

У всіх оперованих хворих із вказаної когорти інтра- та післяопераційних ускладнень не зафіксовано. У хворих із ГСОД та грижами передньої черевної стінки за період спостереження від 6 міс до 1,5 року рецидивів не відмічено.

Обговорення

Упродовж останніх 5 років відбувався різкий прорив у лапароскопічній хірургії, пов'язаний з використанням так званої просунутої візуалізації. До неї відноситься тривимірна лапароскопія, 4K-формат двовимірного зображення і такі технології, як флуоресцентна лапароскопія з використанням індоціаніну зеленого. Тривимірна лапароскопія якісно відрізняється від 2D-візуалізації навіть з високою роздільністю зображення (4K-зображення), що значно полегшує виконання багатьох «просунутих» лапароскопічних операцій, таких як складні алопластики, баріатричні операції, резекція ободової кишки, гастректомія, резекція печінки тощо. Варто відмітити, що в даний час виник новий інтерес до 3D-лапароскопії, зумовлений двома причинами. Перша причина – технологічна. Вона полягає в тому, що сучасні системи складаються з екрану та високоякісних 3D-окулярів, тоді як перша генерація обладнання для 3D-лапароскопії засновувалася на спеціальних 3D-шоломах (система Viking), з якими оперувати було незручно. Так, М. Patrzyk і співавтори відмітили дискомфорт з боку вух хірургів при використанні шоломів [1]. Другою причиною є те, що в даний час впроваджується дедалі більше складних лапароскопічних операцій, виконання яких, особливо на етапі кривої навчання, потребує деякого технічного полегшення для хірурга. Так, науковими дослідженнями А. М. Rana і співавторів та Е. Botteri і співавторів із залученням хірургів-початківців, які мали

за мету порівняти двовимірну лапароскопію, у тому числі у форматі 4K, та 3D-лапароскопію, було встановлено, що використання 3D-візуалізації забезпечує точніше виконання завдань або скорочення тривалості операцій [2, 3].

Технологія 3D-візуалізації також використовується в роботизованих хірургічних системах. Цікаво, що, на думку ряду експертів, 3D-візуалізація здатна значною мірою компенсувати відсутність коштовних роботизованих систем, таких як DaVinci, за умови поєднання 3D-лапароскопічної стійки з роботизованими інструментами. Вона також полегшує виконання складних лапароскопічних операцій та в декілька десятків разів дешевша, ніж повноцінна роботизована система, що може бути оптимальним рішенням для госпіталів середнього класу, оскільки відбудеться значне зниження вартості таких операцій. На жаль, роботизовані інструменти, близькі за функціональністю до системи EndoWrist DaVinci, поки існують лише у вигляді прототипів.

На даний момент опубліковано небагато статей щодо 3D-лапароскопії. Проте серед них уже є декілька літературних оглядів, у яких переконливо доведені певні переваги 3D-візуалізації. Так, до огляду С. Fergo і співавторів включено 13 проспективних рандомізованих досліджень, у багатьох з них повідомляється про достовірне скорочення тривалості операції та зменшення кількості технічних помилок у разі використання тривимірної візуалізації [4]. В огляді Zh. Vochao і співавторів, що включає 12 досліджень із залученням 1456 пацієнтів із раком шлунка й ободової кишки, визначені такі переваги тривимірної лапароскопії: скорочення середньої тривалості оперативного втручання, зменшення інтраопераційної крововтрати та значний вплив на з'ясування складної анатомічної картини в ході операції [5]. В огляді, присвяченому порівняльній ефективності 3D-візуалізації при лапароскопічній гастректомії, виконаній 1508 пацієнтам, продемонстровано аналогічні переваги 3D-лапароскопії, а саме: зменшення тривалості операції та інтраопераційної крововтрати, а також збільшення кількості видалених лімфатичних вузлів, зокрема 8 та 11 груп [6]. Ще один систематичний огляд та мета-аналіз, у якому було розглянуто 6 проспективних досліджень, що включали 614 пацієнтів із колоректальним раком, містить аналогічні результати, у тому числі покращення якості лімфодисекції [7]. Інші систематичні огляди містять такі ж дані [8, 9].

Щодо лапароскопічної герніології, то нами знайдено 3 публікації, присвячені пластиці пахових гриж та ГСОД за допомогою тривимірної лапароскопії. В проспективному рандомізованому дослідженні Н. Е. Korpatz і співавторів, яке включало 278 пацієнтів, було встановлено скорочення середньої тривалості операції та зменшення кількості ускладнень, хоча це не впливало на віддалені результати ТАПП [10]. У цитованому вище дослідженні М. Patrzyk і співавторів було додатково відмічено краще відчуття глибини та якості зображення при використанні тривимірної лапароскопії [1]. У проспективному рандомізованому дослідженні Р. Leon і співавторів при виконанні пластики ГСОД не тільки відмічено кращу прецизійність маніпуля-

цій у вузькому просторі та меншу тривалість операції, а й припущено можливість зменшення вартості лікування у разі використання тривимірної лапароскопії за рахунок досягнення кращих віддалених результатів [11]. Результати нашого дослідження є аналогічними.

Переваги 3D–лапароскопії встановлені і при баріатричних операціях, зокрема, при накладанні гастроєноаноанастомоза [12]. Ми також отримали подібні результати при операціях на шлунку.

Ще однією принциповою перевагою 3D–лапароскопії, яку ми відмітили на основі виконаних операцій з приводу вентральних та пахових гриж, є можливість зберегти саме лапароскопічний доступ до грижового дефекту. Справа в тому, що, наприклад, при пахових грижах більшість спеціалістів у світі надають перевагу позаочеревинному варіанту тотальної екстраперитонеальної пластики (ТЕП), оскільки він є менш травматичним і не потребує тривалого та незручного вшивання розрізу очеревини. В той же час ТАПП є більш зрозумілою операцією для лапароскопічного хірурга і дає можливість отримати корисний доступ до грижового мішка з боку черевної порожнини. З тривимірною лапароскопією ТАПП має шанс стати більш комфортною операцією, оскільки вшивання розрізу очеревини не є значною проблемою. Сучасний тренд в ендоскопічній пластичці гриж передньої черевної стінки – передочеревинний доступ із передньою сепарацією шарів – складна операція, що характеризується великою кривою навчання, а також потребує використання балона–дисектора. Трансабдомінальна операція задньої сепарації шарів у принципі характеризується меншою складністю, але вшивання діастазу та особливо заднього листка апоневрозу залишається значною технічною проблемою. Тривимірна лапароскопія здатна це повністю компенсувати. Отже, тривимірна візуалізація може не тільки пришвидшити виконання певних етапів лапароскопічних операцій і зробити їх більш точними, а й вплинути на вибір їх більш комфортного варіанта.

Висновки

1. Сучасна 3D–лапароскопія є зручною технологією, яка дає змогу виконати складні маніпуляції в незручних анатомічних зонах швидко та з високою точністю, що позитивно впливає на періопераційні показники.

2. Необхідні подальші збір матеріалу і порівняння 3D–лапароскопії з 2D–лапароскопією в проспективних дослідженнях з використанням об'єктивних параметрів, а також вивчення доцільності селективного застосування 3D–візуалізації, наприклад, при виконанні найскладніших етапів операції.

Підтвердження

Інформація про фінансування. До фінансування залучені виключно власні кошти авторів.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують, що не мають конфлікту інтересів та фінансових відносин з третіми особами щодо результатів, описаних у даній статті.

Внесок кожного учасника. Запорожан В. М. – концепція і дизайн дослідження, редагування тексту; Малиновський А. В. – збір та опрацювання матеріалів, аналіз отриманих даних, написання, оформлення та коригування тексту.

Згода на публікацію. Обидва автори прочитали і схвалили остаточний варіант рукопису. Обидва автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

References

1. Patrzyk M, Klee M, Stefaniak T, Heidecke CD, Beyer K. Randomized study of the influence of two–dimensional versus three–dimensional imaging using a novel 3D head–mounted display (HMS–3000MT) on performance of laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Endosc*. 2018;32(11):4624–31. doi:10.1007/s00464–018–6215–z.
2. Rana AM, Rana AA, Hewett PJ. Comparison of three–dimensional and 4K imaging systems in novice surgeons: a cross–over study. *ANZ Journal of Surgery* [Internet]. 2020; Jan 13. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ans.15653>. doi: 10.1111/ans.15653.
3. Botteri E, Ortenzi M, Alemanno G, Giordano A, Travaglio E, Turolo C, et al. Laparoscopic appendectomy performed by junior surgeons: impact of 3D visualization on surgical outcome. Randomized multicentre clinical trial (LAPSUS trial). *Surg Endosc* [Internet]. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00464–020–07436–4?utm_source=other. doi: 10.1007/s00464–020–07436–4.
4. 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.
5. 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. *Langenbecks Arch Surg*. 2020;405(1):1–12. doi: 10.1007/s00423–020–01853–8.
6. Chen L, Li B, Zeng L, Zhao J, Lei J, Luo H, et al. Three–dimensional vs 2–dimensional laparoscopic gastrectomy for gastric cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(49): e18222. doi: 10.1097/MD.00000000000018222.
7. Pantalos G, Patsouras D, Spartalis E, Dimitroulis D, Tsouroufflis 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.
8. Yim C, Lo CH, Lau MH. Three–dimensional laparoscopy: is it as good as it looks? – a review of the literature. *Ann Laparosc Endosc Surg* [Internet]. 2017;2(8):131. Available from: <http://ales.amegroups.com/article/view/4099/4948>. doi: 10.21037/ales.2017.08.01.
9. Sinha RY, Raje SR, Rao GA. Three–dimensional laparoscopy: Principles and practice. *J Minim Access Surg*. 2017;13(3):165–69. doi: 10.4103/0972–9941.181761.
10. 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* [Internet]. 2019;Nov 21. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00464–019–07266–z>. doi: 10.1007/s00464–019–07266–z.
11. Leon P, Rivellini R, Giudici F, Sciuto A, Pirozzi F, Corcione F. 3D vision provides shorter operative time and more accurate intraoperative surgical performance in laparoscopic hiatal hernia repair compared with 2D vision. *Surg Innov*. 2017;24(2):155–61. doi: 10.1177/1553350616687434.
12. Rojano–Rodríguez M, Torres–Ruíz M, Cuendis–Velázquez A, Romero–Loera LS, Reséndiz–Barragán M, Rentería–Palomo E, et al. Three–dimensional vs two–dimensional laparoscopic gastric bypass for manual gastrojejunal anastomosis: A prospective and randomized trial. *Cir Cir*. 2020;88(2): 70–4. doi: 10.24875/CIRU.19001064.

Надійшла 02.12.2019