

## АВТОМАТИЗОВАНА КОМП'ЮТЕРНА ДІАГНОСТИКА АПЕНДИЦИТУ ПІД ЧАС ЛАПАРОСКОПІЧНОГО ВТРУЧАННЯ

Д. М. Баязітов, Н. В. Кресюн, А. Б. Бузиновський, А. В. Ляшенко, О. М. Нєнова  
Одеський національний медичний університет

## AUTOMATED COMPUTER DIAGNOSTICS OF APPENDICITIS DURING LAPAROSCOPIC SURGERY

D. M. Bayazitov, N. V. Kresiun, A. B. Buzynovskiy, A. V. Liashenko, O. M. Nienova  
Odessa National Medical University

### Реферат

Проведене ретроспективне дослідження ефективності діагностики гострого апендициту (ГА) у 137 пацієнтів. За даними гістологічного дослідження, запалення червоподібного відростка (ЧВ) виявлене у 105 пацієнтів. Специфічність встановлення діагнозу за шкалою лапароскопічної діагностики (ЛД) становила 81,2%, чутливість – 77,1%. Хибнонегативний діагноз відзначений в усіх пацієнтів за ендолюмінальної форми запалення ЧВ. При застосуванні розробленої інформаційно-технічної системи автоматизованої комп'ютерної діагностики (АКД) за алгоритмами аналізу забарвлення, контуру, текстури лапароскопічного відеозображення поверхні ЧВ специфічність становила 90,6%, чутливість – 89,5%. Частота хибнонегативного діагнозу при застосуванні АКД достовірно менша, ніж за шкалою ЛД.

**Ключові слова:** апендицит; лапароскопічна діагностика; інформаційна система підтримки рішень в хірургії.

### Abstract

We performed retrospective analysis of acute appendicitis diagnostic efficiency in 137 patients. According to histological data inflammation of vermiform process was revealed in 105 patients. Diagnostical specificity according to the diagnostic laparoscopy (DL) scale was 81.2%, sensitivity – 77.1%. The diagnosis was false–negative in all the patients who had endoluminal inflammation of vermiform process. When automated computer diagnostical system (ACD) that included algorithms of analysis of the colouring, contours, texture of laparoscopic videomaging of the vermiform process surface was used, the specificity was 90.6%, sensitivity – 89.5%. False–negative diagnosis rate was significantly lower when using ACD than using an DL scale.

**Keywords:** appendicitis; diagnostic laparoscopy; surgery decision–making informational system.

Проблема діагностики запалення ЧВ актуальна в сучасній лапароскопічній хірургії, зокрема, для обґрунтування алгоритму ЛД при больовому абдомінальному синдромі [1 – 3]. Також важливим є визначення показань до видалення ЧВ під час діагностичної процедури з огляду на роль його структур у забезпеченні імунної реактивності та його збереження за відсутності запалення [4, 5]. Частота видалення ЧВ за відсутності його запалення при застосуванні лапароскопічної та відкритої апендектомії становить відповідно 22 та 15% [6]. Автори дійшли висновку, що макроскопічна діагностика ГА ненадійна.

Сьогодні частота негативної апендектомії (хибнонегативного діагнозу) набагато більша при ЛД, ніж за відкритого доступу.

Вирішення проблеми передбачає визначення інформативних критеріїв запалення ЧВ, які можливо дослідити під час ЛД. Одним з точних методів виявлення апендициту є

аналіз інформативних ознак за шкалою ЛД [7]. Відповідно до розробленої шкали, наявність запалення ЧВ визначали, крім зовнішніх візуальних характеристик, за ознаками потовщення як брижі, так і самого ЧВ, відчуття ригідності при натисканні на його поверхню (за 10–бальною шкалою). Проте, оцінка за цією шкалою потребує певного часу та навичок, як альтернативний підхід можливо застосувати розроблену інформаційно-технічну систему АКД, основу на використанні класифікаторів запального процесу за алгоритмами забарвлення, контуру та текстури ЧВ [8, 9].

Система пристосована для автоматизованого оброблення відеоряду лапароскопічних зображень, ефективна під час діагностики функціонального стану печінки, яєчників і придатків матки [9].

Метою дослідження є аналіз порівняльної ефективності розробленої системи АКД та шкали ЛД апендициту [7] у хворих при ГА.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведене в період з 2014 по 2017 р. на базі хірургічного відділення Одеської клінічної лікарні.

Вік пацієнтів від 15 до 67 років, у середньому 41,3 року. Дослідження проведене відповідно до вимог наказу МОЗ України № 417 від 15.07.2011 і схвалене комісією з біоетики Одеського національного медичного університету. Обстеження проводили за поінформованої згоди пацієнтів.

Критеріями включення у дослідження були:

- проведення ЛД з приводу абдомінального болю;
- застосування відеозйомки з архівуванням відеолапароскопічних зображень та використанням АКД на момент проведення ЛД;
- використання шкали ЛД апендициту [7] та шкали Альварардо;
- гістологічне дослідження тканини видаленого ЧВ;

– застосування розробленої інформативно-технічної системи АКД за відповідними правилами [9] з дотриманням рекомендованих стандартів освітлення та ракурсу зйомки;

– дотримання вимоги стабільного «захоплення» інформативних щодо запалення зон поверхні ЧВ;

– дотримання стандарту аналізу цифрових лапароскопічних зображень – конвертацію з RGB HSV формат забарвлення та видалення відблисків світла (артефактів).

Характерною була висока частота ранніх форм апендициту – тяжкість стану 81,7% пацієнтів за шкалою Альварато не перевищувала 6 балів (табл. 1). За цією шкалою оцінювали низьку вірогідність виник-

нення ГА (до 5 балів) та необхідність подальшого спостереження пацієнтів (5 – 6 балів).

Всі відео отримані за допомогою відеообладнання – лапароскопічної камери з оптикою діаметром 5 мм Carl Storz Tricam Camera (Німеччина). Камера мала аналоговий вихід (PAL 475 горизонтальних ліній), що оцифровувався при щільності пікселів 720 × 576 з використанням плати захоплення averMedia HD capture Studio 203 (Avermedia, Франція). На основі отриманих показників обчислювали чутливість і специфічність діагностичної процедури.

Чутливість  $IP/(IP+XN) \times 100$ , де IP – істинно позитивний; XN – хибно-негативний діагноз; специфічність

–  $IN/(IN+XP) \times 100$ , де IN – істинно негативний; XP – хибнопозитивний діагноз.

Крім того, визначали позитивний прогностичний показник (ППП):  $ППП = IP/(IP+XP) \times 100$  та негативний прогностичний показник (НПП):  $НПП = IN/(IN+XN) \times 100$ .

Результати порівнювали з використанням критерію порівняння двох пропорцій, методу ANOVA з подальшим визначенням критерію Newman–Keuls за допомогою програми Primer Biostatistics (США).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За показниками шкали ЛД апендициту [7], характерними за гістологічно верифікованих форм запалення ЧВ були виражена сітка судин на його поверхні, що спостерігали у 73,3% пацієнтів, потовщення тканини самого ЧВ та його брижі – відповідно у 69,5 та 65,7% (табл. 2). Також досить інформативним був показник напруження тканини ЧВ. При застосуванні розробленого методу АКД використовували лише характеристики забарвлення ЧВ, що свідчили про стан судин його поверхні.

При виконанні діагностичної лапароскопії з подальшим видаленням ЧВ за даними гістологічного дослідження підтверджено відсутність запалення у 32 (23,3%) спостереженнях. Специфічність розробленого методу становила 90,6%, що на 9,3% перевищувала таку при використанні шкали ЛД. Чутливість діагностики за розробленим методом була достовірно більшою – 89,5%, ніж при застосуванні методу оцінки за шкалою ЛД – 77,1% ( $p < 0,05$ ). Загальна коректна діагностика за запропонованим методом (89,8%) також достовірно

Таблиця 1. Характеристика пацієнтів, яким здійснювали АКД за розробленим методом та за шкалою ЛД апендициту [7]

| Показник                              | Кількість спостережень |      |
|---------------------------------------|------------------------|------|
|                                       | абс.                   | %    |
| Вік, років                            |                        |      |
| до 18                                 | 27                     | 19,7 |
| від 18 до 50                          | 91                     | 66,4 |
| старше 50                             | 19                     | 13,9 |
| Чоловіків                             | 64                     | 46,7 |
| Жінок                                 | 73                     | 53,3 |
| Шкала Альварато, балів                |                        |      |
| до 5                                  | 34                     | 24,8 |
| 5 – 6                                 | 78                     | 56,9 |
| 7 – 8                                 | 25                     | 18,2 |
| 9 – 10                                | –                      | –    |
| Метод апендектомії                    |                        |      |
| відкритий                             | 7                      | 5,1  |
| лапароскопічний                       | 121                    | 88,3 |
| конверсія                             | 9                      | 6,6  |
| Візуалізація черевної порожнини до ЛД |                        |      |
| не проводили                          | 89                     | 65,0 |
| КТ                                    | 12                     | 8,8  |
| УЗД                                   | 36                     | 26,3 |

Таблиця 2. Інтраопераційна діагностика стану ЧВ за показниками шкали ЛД [7]

| Показник за шкалою ЛД                               | Частота виявлення |      |              |      |
|-----------------------------------------------------|-------------------|------|--------------|------|
|                                                     | за інтактного ЧВ  |      | запалення ЧВ |      |
|                                                     | абс.              | %    | абс.         | %    |
| Напруження тканини ЧВ, балів (за 10–бальною шкалою) | 2 (1 – 3)         |      | 7 (3 – 6)    |      |
| Потовщення брижі ЧВ                                 | –                 | –    | 69           | 65,7 |
| Потовщення тканини ЧВ                               | –                 | –    | 73           | 69,5 |
| Виражена сітка судин на поверхні ЧВ                 | –                 | –    | 77           | 73,3 |
| Адгезивні зміни                                     | 2                 | 6,2  | 62           | 59,0 |
| Наявність фібрину                                   | 1                 | 3,1  | 46           | 43,8 |
| Забруднений ексудат                                 | 4                 | 12,5 | 54           | 51,4 |
| Перфорація                                          | –                 | –    | 8            | 7,6  |
| Некротичні зміни (ділянки)                          | –                 | –    | 13           | 12,4 |

перевищувала таку при застосуванні шкали ЛД (78,7%,  $p < 0,02$ ). ППП за методом АКД становив 96,9%, перевищував такий при застосуванні шкали ЛД на 3,8% ( $p > 0,05$ ); НПП – 72,5%, перевищував такий при застосуванні шкали ЛД на 20,5% ( $p < 0,05$ ).

Більшість хибнонегативних результатів при застосуванні шкали ЛД відзначено за катаральної форми апендициту, зокрема, за гістологічно верифікованої ендолюмінальної форми запалення ЧВ (табл. 3). За методом АКД ця форма запалення ЧВ діагностована у 8 з 13 пацієнтів ( $p < 0,01$ ). Також розроблений метод діагностики виявився більш ефективним за катаральної форми апендициту.

Отримані результати свідчили про достатню ефективність діагностики ГА при використанні розробленого методу АКД, специфічність і чутливість якого перевищували відповідні показники при застосуванні шкали ЛД апендициту [7]. Метод АКД більш ефективний при діагностиці апендициту в ранній фазі, коли за даними гістологічного дослідження виявляли ендолюмінальну форму запалення ЧВ, що дозволило суттєво зменшити частоту хибнонегативного діагнозу. Перевагою розробленої технології слід також вважати більш швидке здійснення діагностичної процедури, що не потребувала аналізу ригідності тканини ЧВ, а також оцінки його морфометричних параметрів.

Отримані результати свідчать про можливість діагностики ГА за інформативними показниками цифрових відеозображень, в тому числі сітки судин ЧВ, що може бути са-

Таблиця 3. Частота хибнонегативного діагнозу за різних методів діагностики ГА

| ГА                           | Кількість спостережень при використанні |                         |
|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
|                              | шкали ЛД [7]                            | розробленого методу АКД |
| Ендолюмінальний <sup>#</sup> | 13/13                                   | 5/13*                   |
| Катаральний                  | 10/55                                   | 6/59                    |
| Флегмонозний                 | 1/25                                    | 0/25                    |
| Перфоративний                | 0/8                                     | 0/8                     |
| Разом ...                    | 24/105                                  | 11/105                  |

Примітка. <sup>#</sup> – за результатами гістологічного дослідження [7].  
Чисельник – кількість хибнонегативних діагнозів,  
знаменник – кількість відповідних форм апендициту.  
\* –  $p < 0,01$  – відносно показника в групі порівняння  
(коефіцієнт «z» порівняння двох пропорцій).

мостійним інформативним показником [10]. Застосування розробленої технології дозволяло встановити відмінності від норми до появи макроскопічно видимої сітки судин, що свідчило про інформативність показника забарвлення ЧВ.

У нашому дослідженні ефективність шкали ЛД була дещо меншою, ніж наведена авторами [7], що можливо пояснити включенням пацієнтів з незначними проявами апендициту – майже у 25% з них за шкалою Альварардо відзначено низьку вірогідність виникнення ГА.

В цілому результати гістологічної верифікації відповідають таким іншим авторів [3]. Так, за даними гістологічного дослідження тканини ЧВ, видалених з приводу гострого та хронічного абдомінального болю, запалення виявлене у 92 (88,4%), хоча у 38 хворих за гістологічно верифікованого запалення ЧВ макроскопічно запального процесу не було. У 28 (73,6%) з 38 видалених ЧВ за відсутності макроскопічних ознак запалення вони виявлені за результа-

тами гістологічного дослідження [4]. ЛД дозволяє визначити відсутність запалення ЧВ у 12 – 18% пацієнтів [7]. Більш ніж у 50% хворих, видаляючи неуразений ЧВ, хірург був впевнений, що видаляє запально-змінений відросток.

Подальше вдосконалення системи АКД дозволить підвищити ефективність діагностики запалення ЧВ та збільшити кількість нозологічних форм, які можливо ефективно виявити за допомогою розробленої технології.

## ВИСНОВКИ

1. Метод автоматизованої діагностики відеолaparоскопічних зображень, оснований на використанні розроблених алгоритмів аналізу забарвлення, контуру та текстури зображень, є ефективним в діагностиці ГА.

2. Інформаційно-технічна система АКД ГА може бути використана як компонент підтримки рішення хірурга під час виконання лапароскопічного втручання.

## ЛІТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Grubnik VV, Parfentiev RS, Medvediev OV, Kresiun MS. Randomizovane kontrolované porivniálne doslidzhennia efektyvnosti laparoskopichnoi plikatsii velykoi kryvyny shlunka ta laparoskopichnoi rukavnoi hastreptomii. Klinichna khirurgiia. 2015;(8):9–12. [In Ukrainian].
2. Ermolov AS, Gulyaev AA, Yartsev PA, i dr. Laparoskopiya v neotlozhnoy abdominalnoy khirurgii. Khirurgiya. 2007;(7):57–9. [In Russian].
3. Rubbia A, Faryal GA, Javeria I, Roohul M. Role of diagnostic laparoscopy in patients with acute or chronic nonspecific abdominal pain. World J Laparoscop Surg. 2015;8(1):7–12.
4. van den Broek WT, Bijnen AB, de Reuiter P, Gouma DJ. A normal appendix found during diagnostic laparoscopy should not be removed. Br J Surg. 2001;88(2):251–4.
5. Slotboom T, Hamminga JT, Hofker HS, et al. Intraoperative motive for performing a laparoscopic appendectomy on a postoperative histological proven normal appendix. Scand J Surg. 2014;103(4):245–8.
6. Strong S, Blencowe N, Bhangu A, et al. How good are surgeons at identifying appendicitis? Results from a multicentre cohort study. Int J Surg. 2015;15:107–12.
7. Hamminga JTH, Hofker HS, Broens PMA, et al. Evaluation of the appendix during diagnostic laparoscopy, the laparoscopic appendicitis score: a pilot study. Surg Endosc. 2013;27:1594–600.
8. Liashenko AV, Baiazitov MR, Godlevskiy LS, ta in. Informatsiino-tekhnichna sistema avtomatyzovanoi laparoskopichnoi diahnostryky. Radioelektronika, informatyka, upravlinnia. 2016;4(39):90–7. [In Ukrainian].
9. Godlevsky LS, Bidnyuk EA, Kresyun NV, et al. Application of mobile photography with smartphone cameras for monitoring of early caries appearance in the course of orthodontic correction with dental brackets. Applied Medical Informatics. 2013;33(4):21–6.
10. Gurevich NA, Lyzikov AN, Gurevich AR. Novye informatsionnye tekhnologii v profilaktike intraoperatsionnykh oslozhneniy laparoskopicheskikh operatsiy v ekstrennoy khirurgii organov bryushnoy polosti. Novosti khirurgii. 2007;15(1):39–52. [In Russian].