

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПРЕССИОННОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ АППЕНДЭКТОМИИ И С АППЕНДИКУЛЯРНЫМ ИНФИЛЬТРАТОМ

Н.Ю. Мишакина^{1*}, Э.Г. Кошелев^{2,3}, Н.А. Бабакова¹, В.М. Куликов¹, Г.Ю. Беляев^{3,4}

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова ДЗМ», Москва

² ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента РФ, Москва

³ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

⁴ ФГБУ «Поликлиника № 2» Управления делами Президента РФ, Москва

ULTRASOUND EXAMINATION USING STRAIN ELASTOGRAPHY AS A METHOD FOR EXAMINING PATIENTS AFTER LAPAROSCOPIC APPENDECTOMY WITH AN APPENDICULAR INFLAMMATORY MASS

N.Yu. Mishakina^{1*}, E.G. Koshelev^{2,3}, N.A. Babakova¹, V.M. Kulikov¹, G.Yu. Belyaev^{3,4}

¹ Pirogov City Clinical Hospital No 1, Moscow, Russia

² Clinical Hospital of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

³ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

⁴ Out-Patient Unit No. 2 of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

* E-mail: mishakina.78@mail.ru

Аннотация

Вопрос ультразвуковой диагностики послеоперационных осложнений лапароскопической аппендэктомии и аппендикулярного инфильтрата остается актуальным. **Цель исследования** – изучить ультразвуковую семиотику и возможности компрессионной эластографии с анализом гистограмм при проведении ультразвукового исследования у пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию и у пациентов с аппендикулярным инфильтратом. **Материалы и методы.** Выполнена оценка ультразвуковых исследований 181 человека с применением компрессионной эластографии и анализом гистограмм за период с 2019 по 2025 г. Проведен анализ трех категорий обследуемых: первая группа – пациенты без острой хирургической патологии органов брюшной полости и малого таза; вторая группа – пациенты, перенесшие лапароскопическую аппендэктомию с нормальным течением послеоперационного периода; третья группа – пациенты с диагностированным инфильтратом правой подвздошной области после лапароскопической аппендэктомии, проходившие лечение по поводу аппендикулярного инфильтрата. **Результаты.** Получены достоверные различия ($p = 0.001$) толщины стенки купола слепой кишки, терминального отдела подвздошной кишки, данных цветового доплеровского картирования, коэффициента деформации, среднего значения гистограммы брыжейки, показателей «доля жестких оттенков (HARD%)» и «доля мягких оттенков (SOFT%)» гистограммы. **Заключение.** Полученные результаты количественных показателей стандартных режимов ультразвукового исследования и компрессионной эластографии с анализом гистограмм позволяют использовать их для выбора тактики дальнейшего ведения пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию, и пациентов с аппендикулярным инфильтратом.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, компрессионная эластография, лапароскопическая аппендэктомия, аппендикулярный инфильтрат

Abstract

The issue of ultrasound diagnosis of postoperative complications after laparoscopic appendectomy and an appendicular inflammatory mass remains relevant. **Purpose.** To study ultrasound semiotics and possibilities of compression elastography with histogram analysis at ultrasound examination of patients who underwent laparoscopic appendectomy and who had an appendicular inflammatory mass. **Materials and methods.** Ultrasound examination with compression elastography and histogram analysis were made to 181 patient for the period 2019–2025. Three categories of patients were analyzed: patients without acute surgical pathology of the abdominal and pelvic organs; patients who underwent laparoscopic appendectomy with normal postoperative course; and patients with diagnosed inflammatory mass of the right iliac region after laparoscopic appendectomy who were treated for appendicular inflammatory mass. **Results.** Reliable differences ($p = 0.001$) were obtained in the caecum and ileum wall thickness, in color Doppler mapping, in StrainRatio, average mesentery histogram and indicators of % "hard" shades and % "soft" shades of the histogram. **Conclusion.** The obtained findings on quantitative indicators of standard ultrasound and strain elastography with histogram analysis substantiate their application for selecting tactics of further management of patients who had laparoscopic appendectomy and an appendicular inflammatory mass.

Keywords: ultrasonography, strain elastography, laparoscopic appendectomy, appendicular inflammatory mass

Ссылка для цитирования: Мишакина Н.Ю., Кошелев Э.Г., Бабакова Н.А., Куликов В.М., Беляев Г.Ю. Ультразвуковое исследование с применением компрессионной эластографии как метод оценки у пациентов после лапароскопической аппендэктомии и с аппендикулярным инфильтратом. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2026; 3: 93–98.

Введение

Острый аппендицит является одним из самых распространенных хирургических заболеваний в мире. За период с 1990 по 2019 г. заболеваемость острым аппендицитом возросла на 63,55%, что способствовало повышению нагрузки на системы здравоохранения [1]. В нашей стране острый аппендицит также сохраняет лидирующие позиции в структуре хирургических заболеваний [2]. Методом выбора хирургического вмешательства является лапароскопическая аппендэктомия [3], к преимуществам которой можно отнести уменьшение уровня боли в раннем послеоперационном периоде, укорочение сроков стационарного лечения, быстрое возвращение к социальной активности [4]. Остается актуальным вопрос осложнений лапароскопической аппендэктомии. Частота развития инфекции в области хирургического вмешательства (ИОХВ) составляет 4,6% [5]. К ИОХВ, помимо раневой инфекции, относят внутрибрюшные инфильтраты и абсцессы [3, 5].

В то же время в 2–10% случаев острого аппендицита осложнением является аппендикулярный инфильтрат. Традиционным способом ведения пациентов в таком случае является консервативное лечение [3, 6].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) в диагностике острого аппендицита используется рутинно как метод первой линии [3, 7]. В результате многочисленных исследований были сформулированы четкие ультразвуковые критерии данной нозологии. К ним относят толщину червеобразного отростка более 6 мм, болезненность в ходе исследования над аппендиксом, его несжимаемость при последовательной компрессии, визуализацию аппендиколитов, усиление кровотока при цветовом доплеровском картировании в стенках, повышение эхогенности жировой клетчатки по ходу червеобразного отростка, выявление отграниченного скопления жидкости, мезентериальную лимфаденопатию и обнаружение жидкости периаппендикулярно [8]. При этом в литературе встречаются единичные работы, посвященные описанию ультразвуковой картины послеоперационных изменений и аппендикулярного инфильтрата, основанные на анализе данных В-режима, цветового доплеровского картирования [9–13].

С 2000 гг. в медицинскую практику активно внедряется эластография или соноэластография, которая рассматривается как третья ультразвуковая технология после В-режима и доплерографии [14]. В 2017 г. в рекомендациях Европейской ассоциации ультразвука в медицине и биологии эластография определяется как разновидность дистанционной пальпации, позволяющая оценивать и отображать биомеханические свойства тканей [15]. В зависимости от метода, используемого для воздействия на ткани, и последующего анализа деформации ткани эластографию делят на компрессионную и сдвиговую [14, 16]. Основные области применения компрессионной эластографии – диагностика заболеваний молочной железы, щитовидной железы, предстательной железы, опорно-двигательного аппарата, воспалительных заболеваний кишечника, особенно при болезни Крона, исследование лимфатических узлов [17]. В некоторых работах описано применение компрессионной эластографии в диагностике острого аппендицита. Использовалась только визуальная оценка полученных эластограмм, при этом авторы отмечали повышение чувствительности в диагностике острого аппендицита с 88 до 100% [18, 19].

Цель исследования – изучить ультразвуковую семиотику и возможности компрессионной эластографии с анализом

гистограмм при проведении ультразвукового исследования у пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию, и у пациентов с аппендикулярным инфильтратом.

Материалы и методы

Выполнена ретроспективная оценка историй болезни и архива ультразвуковых исследований за период с 2019 по 2025 г., проводившихся на базе Городской клинической больницы № 1 им. Н.И. Пирогова. При обращении в медицинское учреждение все пациенты подписывали стандартное информированное согласие, в котором указывалась возможность использования полученных данных в научных целях, а также согласие на обработку персональных данных. В силу ретроспективного характера работы специальное одобрение локального этического комитета не запрашивалось.

Для формирования выборки критерием включения в последующий анализ было наличие полных комплектов ультразвуковых сканограмм и эластограмм, качественная визуализация структур правой подвздошной области и отсутствие технических артефактов при исследовании. В работу не включали обследования, проведенные пациентам не в полном объеме, при наличии дренажа и артефактов. Проведен анализ историй болезни и архива УЗИ 181 человека в возрасте от 18 до 83 лет, среди них 81 мужчина и 100 женщин. Из них 38 человек – это пациенты, у которых по результатам обследования была исключена острая хирургическая патология органов брюшной полости и малого таза, 116 человек – после перенесенной лапароскопической аппендэктомии, каждому из которых было выполнено от одного до трех УЗИ в течение 30 дней после операции, у 18 из них в раннем послеоперационном периоде по клиническим данным и результатам УЗИ был диагностирован инфильтрат правой подвздошной области и у 27 человек, проходивших лечение с аппендикулярным инфильтратом, каждому из которых выполнено от одного до четырех исследований, признаки инфильтрата сохранялись в ходе всех проведенных исследований.

Всего было проанализировано 230 УЗИ, которые были разделены на три группы: первую (норма) составили данные УЗИ пациентов, у которых по результатам обследования острая хирургическая патология органов брюшной полости и малого таза была исключена, при УЗИ структурных изменений в правой подвздошной области не обнаружено ($n = 38$); вторая группа – данные УЗИ, проведенные на 2–5-е сутки после лапароскопической аппендэктомии при отсутствии признаков развития внутрибрюшного инфильтрата, абсцесса ($n = 116$); третья группа – данные УЗИ пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию с признаками формирования инфильтрата в правой подвздошной области в раннем послеоперационном периоде, а также УЗИ, выполненные пациентам с аппендикулярным инфильтратом ($n = 76$).

Анализировали данные УЗИ, выполненные на аппарате Esaote MyLab Class C (Италия) с программным обеспечением ElaXto-Elastography, которое позволяет провести компрессионную эластографию. Использовали поддерживающие функцию компрессионной эластографии конвексный датчик CA541 с частотой 1–8 МГц, линейный датчик LA332E с частотой сканирования 3–10 МГц. Анализировали данные УЗИ, которые собирали в ходе выполнения двух этапов. На первом этапе проводили исследование в В-режиме с применением цветного доплеровского картирования (ЦДК): оценивали толщину стенки купола слепой кишки, терминального отдела подвздошной кишки и/или фрагмента тонкой кишки, вовле-

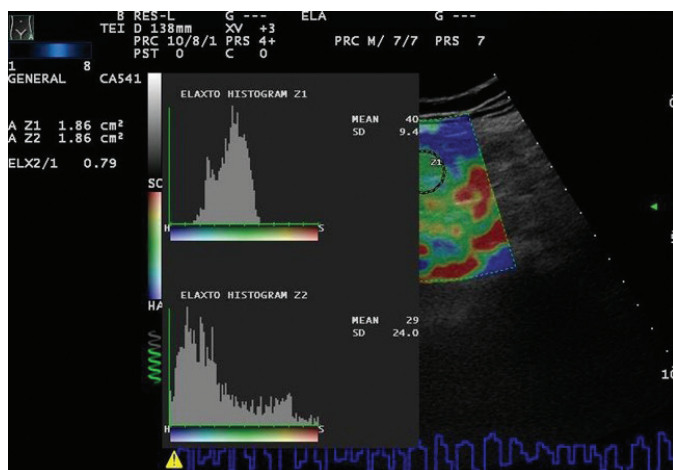


Рис. 1. Эластограмма с коэффициентом деформации и гистограммами: гистограмма Z1 – получена из области брыжейки, гистограмма Z2 – получена с участка подвздошно-поясничной мышцы

ченных в инфильтрат, экзогенность брыжейки в проекции илеоцекального угла, наличие лимфатических узлов в брыжейке тонкой кишки, свободной жидкости и/или ограниченного скопления жидкости в брюшной полости, инфильтрата в правой подвздошной области; при ЦДК регистрировали локусы кровотока в стенке купола слепой кишки, терминального отдела подвздошной кишки, в брыжейке в проекции илеоцекального угла.

На втором этапе проводили ультразвуковое исследование в режиме компрессионной эластографии: для оценки эластограммы получали ультразвуковое изображение, обязательными элементами которого являлись купол слепой кишки, терминальный отдел подвздошной кишки, фрагмент брыжейки в области илеоцекального угла, участок подвздошно-поясничной мышцы. Использовали цветовую шкалу, состоящую из 100 оттенков: от синего до красного цвета. Синий цвет – зона наименьшей деформации, зеленый цвет – область средних значений, красный – максимальная эластичность. При анализе эластограммы вычисляли коэффициент деформации (S/R): зону интереса выделяли в области брыжейки илеоцекального угла, измерение для сравнения – в области подвздошно-поясничной мышцы. Для каждого из этих измерений получали гистограмму. На рисунке 1 представлена демонстрация вычисления коэффициента деформации с гистограммами из каждой зоны.

Также в зоне интереса регистрировали долю жестких оттенков (HARD%) с гистограммой и долю мягких оттенков (SOFT%) с гистограммой. На рисунках 2 и 3 в качестве примера приведены эластограммы для вычисления процента жестких оттенков (HARD%) и процента «мягких» оттенков (SOFT%).

В том случае, если выполнялось несколько измерений, предварительно вычислялось среднее значение.

Каждая гистограмма включала в себя график распределения пикселей, а также числовые значения среднего значения и стандартного отклонения, которые также подверглись анализу.

Анализ выполнен с использованием языка программирования R v.4.3.2 (Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Для количественных показателей использованы среднее значение (M), стандартное отклонение (CO), медиана (Me), первый (Q1) и третий (Q3) квартили, минимальное и максимальное значения, разница в средних значениях с 98.3%-ным доверительным интервалом (ДИ) и р-значе-

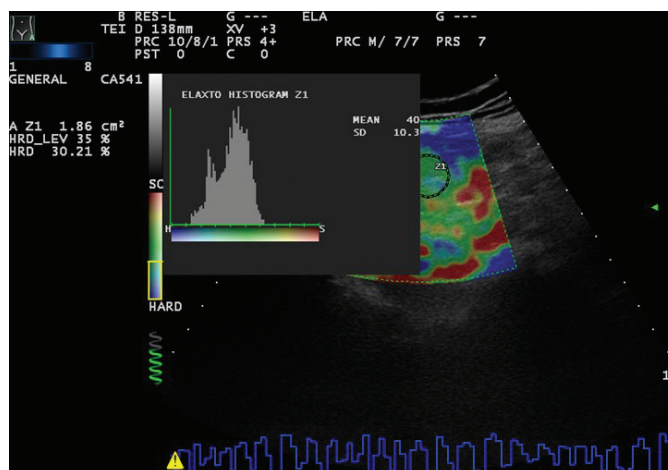


Рис. 2. Эластограмма с гистограммой и показателем «доля жестких оттенков»: HARD% – гистограмма, полученная из зоны брыжейки

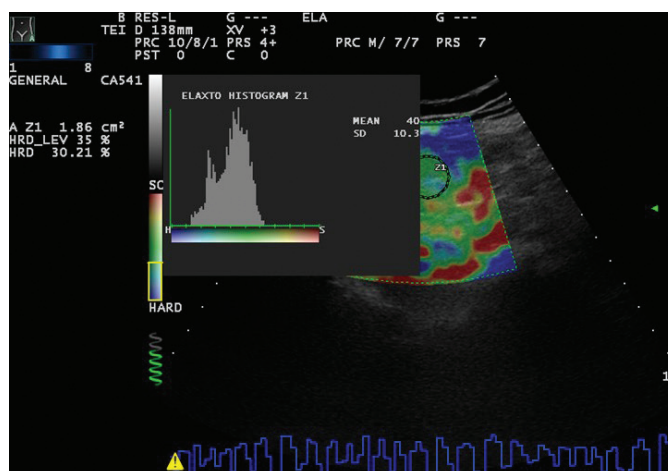


Рис. 3. Эластограмма с гистограммой и показателем «доля мягких оттенков»: SOFT% – гистограмма, полученная из зоны брыжейки

нием критерия Уэлча с коррекцией Бонферрони. Для категориальных показателей – разница в долях с доверительным интервалом 98.3% Агрести – Каффо и р-значением критерия хи-квадрат с коррекцией Йейтса и коррекцией Бонферрони. Уровень статистической значимости, принятый в данном исследовании, составил 0.05.

Результаты

Сравнительный анализ стандартных ультразвуковых показателей представлен в табл. 1.

Получены достоверные отличия ($p < 0.001$) толщины стенки купола слепой кишки и терминального отдела подвздошной (тонкой кишки) по сравнению с нормой, а также между второй и третьей группами. В исследованиях третьей группы значительно чаще ($p < 0.001$) обнаруживалось усиление кровотока в стенках купола слепой кишки и терминального отдела подвздошной кишки как по сравнению с исследованиями в норме, так и по сравнению с исследованиями в нормальном послеоперационном периоде. В то же время обнаружение гиперэхогенной инфильтрации брыжейки в зоне илеоцекального угла пациентов второй и третьей групп достоверно отличалось от нормы ($p < 0.001$), но без статической разницы между второй и третьей группами

Сравнительная характеристика стандартных ультразвуковых показателей в группах исследования

УЗ-характеристика	Первая группа (n = 38)	Вторая группа (n = 116)	Третья группа (n = 76)	Вторая группа / первая группа	Третья группа / первая группа	Третья группа / вторая группа
<i>Толщина стенки купола слепой кишки, мм</i>						
Среднее (СО)	2.0 (0.00)	3.9 (1.64)	5.4 (1.70)	1.9 (1.5–2.3) p < 0.001	3.4 (2.9–3.9) p < 0.001	1.5 (0.9–2.1) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	2.0 (2.0–2.0)	4.0 (2.0–5.0)	5.6 (4.5–6.7)			
Мин; макс	2.0; 2.0	2.0; 8.0	2.0; 9.3			
Кровоток в стенке купола слепой кишки, абс. (%)	0 (0%)	45 (41%)	60 (81%)	40.5 (25.7– 50.8) p < 0.001	81.1 (65.3– 90.2) p < 0.001	40.5 (24.0– 55.1) p < 0.001
<i>Толщина стенки тонкой/подвздошной кишки, мм</i>						
Среднее (СО)	2.0 (0.00)	2.6 (0.93)	3.6 (1.26)	0.6 (0.4–0.8) p < 0.001	1.6 (1.3–2.0) p < 0.001	1.1 (0.6–1.5) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	2.0 (2.0–2.0)	2.0 (2.0–3.0)	4.0 (2.0–4.5)			
Мин; макс	2.0; 2.0	1.7; 6.0	2.0; 7.0			
Кровоток в стенке тонкой/подвздошной кишки, ЦДК, n (%)	0 (0%)	18 (16%)	42 (57%)	15.9 (3.8– 24.2) p = 0.020	56.8 (39.2–68.9) p < 0.001	40.8 (24.1–56.0) p < 0.001
Инфильтрация брыжейки, n (%)	0 (0%)	112 (97%)	75 (100%)	96.6 (85.9– 100.0) p < 0.001	100 (89.5–100.0) p < 0.001	3.4 (-2.5–8.3) p = 0.268
Кровоток в брыжейке, ЦДК, n (%)	0 (0%)	72 (63%)	68 (96%)	62.6 (47.7– 72.1) p < 0.001	95.8 (83.3–100.0) p < 0.001	33.2 (19.7–44.6) p < 0.001
Лимфатические узлы в брыжейке, n (%)	0 (0%)	64 (56%)	49 (68%)	55.7 (40.6– 65.5) p < 0.001	68.1 (50.8–79.4) p < 0.001	12.4 (-5.0–29.1) p = 0.125
Свободная жидкость в брюшной полости, n (%)	0 (0%)	30 (26%)	25 (47%)	25.9 (12.4– 35.1) p = 0.001	47.2 (27.6–61.9) p < 0.001	21.3 (2.2–39.8) p = 0.010
Отграниченное скопление жидкости, n (%)	0 (0%)	13 (11%)	40 (53%)	11.2 (0.1– 18.6) p = 0.069	53.3 (35.9–65.6) p < 0.001	42.1 (26.0–56.7) p < 0.001
Инфильтрат в правой подвздошной области, n (%)	0 (0%)	3 (2.6%)	67 (91%)	2.6 (-6.2–8.0) p = 0.745	90.5 (76.7–97.3) p < 0.001	88.0 (76.8–95.4) p < 0.001

Примечание. ЦДК – цветное доплеровское картирование, СО – стандартное отклонение, Q1, Q3 – первый и третий квартили.

($p = 0.268$), и отмечалось в 97% исследований во второй и в 100% исследований в третьей группах. При этом обнаружение кровотока в инфильтрированной брыжейке существенно чаще ($p < 0.001$) происходило у пациентов третьей группы исследований. Лимфатические узлы в брыжейке были визуализированы в 56% случаев в нормальном послеоперационном периоде и в 68% случаев у пациентов из группы с инфильтратом ($p = 0.125$).

Сравнительный анализ показателей эластографии представлен в табл. 2 и 3.

При анализе показателей компрессионной эластографии были выявлены статически значимые различия между группами ($p < 0.001$) среднего значения коэффициента деформации, среднего значения гистограммы брыжейки, а также показателей HARD% и SOFT%.

Обсуждение

Результаты УЗИ после проведенной аппендэктомии, как правило, основываются на использовании В-режима и цветного доплеровского картирования [10, 12, 13]. При этом только в одном из исследований фиксировалась частота наличия свободной жидкости в брюшной полости, утолщение стенок кишки в зоне операции, инфильтрации брыжейки в правой подвздошной области. Все эти изменения присутствовали в 49% случаев на третьи сутки после лапароскопической аппендэктомии и, как отметили авторы

работы [12], их было нельзя интерпретировать как нормальное или патологическое течение послеоперационного периода, так как дальнейшие исследования не проводились. В послеоперационном периоде был сделан акцент на исследовании толщины стенки купола слепой кишки и терминального отдела подвздошной кишки, с оценкой наличия кровотока при ЦДК. Получены значимые отличия от нормы, а также от результатов исследования в группе с инфильтратами.

Ограниченное скопление жидкости обнаруживается как при нормальном, так и при осложненном инфильтратом течении послеоперационного периода и не дает ответа на вопрос, является ли данное изменение вариантом нормы или предиктором осложнений.

По данным литературы, гиперэхогенная инфильтрация брыжейки в правой подвздошной области обнаруживается как после перенесенной аппендэктомии, так и при наличии аппендикулярного инфильтрата [9–13], однако сравнительный анализ количественных характеристик не был проведен. Было отмечено наличие гиперэхогенной инфильтрации в зоне интереса как после перенесенной лапароскопической аппендэктомии (97% случаев), так и у пациентов с инфильтратом в правой подвздошной области (100% случаев).

Известно, что воспаление меняет состояние стенки кишки и окружающих тканей, что можно оценить с по-

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей компрессионной эластографии (коэффициента деформации и гистограмм) в группах исследования

Показатель эластографии	Первая группа (n = 38)	Вторая группа (n = 116)	Третья группа (n = 76)	Вторая группа / первая группа	Третья группа / первая группа	Третья группа / вторая группа
<i>S/R</i>						
Среднее (CO)	0.56 (0.137)	0.88 (0.458)	1.39 (1.058)	0.3 (0.2–0.4) p < 0.001	0.8 (0.5–1.1) p < 0.001	0.5 (0.2–0.8) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	0.55 (0.47–0.68)	0.73 (0.56–1.10)	1.14 (0.76–1.67)			
Мин; макс	0.32; 0.85	0.10; 2.18	0.29; 6.87			
<i>Гистограмма, брыжейка, M</i>						
Среднее (CO)	65.7 (10.94)	44.8 (15.18)	27.6 (13.79)	-20.9 (-26.5; -15.4) p < 0.001	-38.1 (-43.9; -32.2) p < 0.001	-17.2 (-22.3; -12.0) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	65.8 (56.0–72.7)	43.5 (32.0–55.7)	27.0 (18.0–35.0)			
Мин; макс	47.0; 92.0	14.0; 96.0	1.0; 64.0			
<i>Гистограмма, мышца, M</i>						
Среднее (CO)	31.5 (9.81)	34.2 (16.60)	34.0 (17.78)	2.8 (-2.7; -8.2) p = 0.659	2.5 (-3.8; -8.9) p = 0.987	-0.2 (-6.5; -6.0) p > 0.999
Медиана (Q1–Q3)	28.8 (25.0–41.0)	33.7 (22.0–45.0)	32.0 (21.0–45.5)			
Мин; макс	13.5; 53.0	4.0; 77.5	4.5; 86.0			

Примечание. *S/R* – коэффициент деформации, *M* – среднее значение гистограммы, *CO* – стандартное отклонение, *Q1*, *Q3* – первый и третий квартили.

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей компрессионной эластографии (гистограммы брыжейки) в группах исследования

Показатели эластографии	Первая группа (n = 38)	Вторая группа (n = 116)	Третья группа (n = 76)	Вторая группа / первая группа	Третья группа / первая группа	Третья группа / вторая группа
<i>Гистограмма, брыжейка, HARD, M</i>						
Среднее (CO)	65.5 (12.22)	46.0 (14.27)	27.0 (12.21)	-19.5 (-25.4; -13.7) p < 0.001	-38.5 (-44.5; -32.6) p < 0.001	-19.0 (-23.7; -14.3) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	67.0 (55.7–71.0)	46.2 (36.8–55.4)	27.2 (18.0–34.7)			
Мин; макс	45.0; 97.0	18.5; 86.0	1.0; 50.5			
<i>HARD%, брыжейка</i>						
Среднее (CO)	14.8 (11.93)	36.7 (23.88)	66.6 (25.36)	21.9 (14.8–29.1) p < 0.001	51.8 (43.3–60.4) p < 0.001	29.9 (21.0–38.8) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	12.7 (5.3–22.9)	33.0 (19.2–52.6)	69.0 (50.2–88.3)			
Мин; макс	0.0; 43.5	0.0; 93.7	0.9; 100.0			
<i>Гистограмма, брыжейка, SOFT, M</i>						
Среднее (CO)	66.1 (11.48)	46.2 (14.02)	26.6 (11.96)	-19.9 (-25.4; -14.3) p < 0.001	-39.6 (-45.3; -33.8) p < 0.001	-19.7 (-24.4; -15.0) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	67.2 (59.0–71.0)	47.0 (37.5–56.0)	26.5 (18.0–34.0)			
Мин; макс	47.3; 95.5	20.0; 86.0	2.0; 52.0			
<i>SOFT%, брыжейка</i>						
Среднее (CO)	50.5 (20.19)	20.3 (18.18)	4.5 (6.17)	-30.1 (-39.2; -21.0) p < 0.001	-46.0 (-54.4; -37.6) p < 0.001	-15.9 (-20.3; -11.4) p < 0.001
Медиана (Q1–Q3)	52.1 (37.2–61.6)	16.6 (4.7–31.0)	1.5 (0.0–6.0)			
Мин; макс	12.7; 95.9	0.0; 89.2	0.0; 24.8			

Примечание. *M* – среднее значение гистограммы; *CO* – стандартное отклонение; *Q1*, *Q3* – первый и третий квартили; *HARD%* – доля жестких оттенков гистограммы (%); *SOFT%* – доля мягких оттенков гистограммы (%).

мощью эластографии [17, 18]. В литературе представлены работы, посвященные дифференциальной диагностике воспалительных и фиброзных стриктур при болезни Крона с применением компрессионной эластографии, в том числе с анализом гистограмм, которые выявили существенную разницу в коэффициенте деформации и в доле жестких оттенков [20]. В данном исследовании применение компрессионной эластографии с анализом гистограмм позволило получить количественные данные о состоянии инфильтри-

рованной брыжейки в зоне интереса после лапароскопической аппендэктомии и в группе с инфильтратами, а также выявить существенные различия показателей компрессионной эластографии между группами.

Основным ограничением представленной работы является ее ретроспективный характер, что не позволило строго стандартизировать кратность и точные сроки проведения УЗИ для всех пациентов в динамике, а также то, что сбор данных проводился в одном центре.

Заключение

Ультразвуковые показатели, полученные в В-режиме и при доплерографии, такие как толщина стенки купола слепой кишки, терминального отдела подвздошной кишки, усиление кровотока в стенках кишки, наличие ограниченного скопления жидкости, показали статистически значимые отличия от нормы, а также между группами исследований после лапароскопической аппендэктомии и с инфильтратом в правой подвздошной области. В то же время инфильтрация брыжейки в проекции илеоцекального угла была характерна для второй и третьей групп. Применение компрессионной эластографии с анализом гистограмм дает дополнительную количественную информацию о состоянии брыжейки в зоне интереса при УЗИ пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию, и у пациентов с аппендикулярным инфильтратом со значимыми различиями в коэффициенте деформации, среднем показателе гистограммы, а также в долях мягких и жестких оттенков на гистограммах у пациентов каждой группы.

Полученные результаты количественных показателей стандартных режимов УЗ-исследования и компрессионной эластографии с анализом гистограмм позволяют использовать их для выбора тактики дальнейшего ведения пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию, и пациентов с аппендикулярным инфильтратом.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование.

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Литература

- Yang Y. et al. The global burden of appendicitis in 204 countries and territories from 1990 to 2019 // *Clinical Epidemiology*. – 2022. – P. 1487–1499
- Ревшвили А.Ш. и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации. – 2021. [Revishvili A.S. et al. Surgical care in the Russian Federation. – 2021. In Russian]
- Сажин А.В. и др. Острый аппендицит у взрослых // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2024. – № 11. – С. 5–23. [Sazhin A.V. et al. Acute appendicitis in adults // *Pirogov Russian Journal of Surgery*. – 2024. – No. 11. – P. 5–23. In Russian]. DOI: 10.17116/hirurgia20241115
- Jaschinski T. et al. Laparoscopic versus open surgery for suspected appendicitis // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2018. – No. 11. DOI: 10.1002/14651858.CD001546.pub4
- Danwang C. et al. Global incidence of surgical site infection after appendectomy: a systematic review and meta-analysis // *BMJ Open*. – 2020. – V. 10. – No. 2. – P. e034266. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-034266
- Zhou S. et al. Early versus delayed appendectomy for appendiceal phlegmon or abscess // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2024. – No. 5. DOI: 10.1002/14651858.CD011670.pub3
- Di Saverio S. et al. Diagnosis and treatment of acute appendicitis: 2020 update of the WSES Jerusalem guidelines // *World Journal of Emergency Surgery*. – 2020. – V. 15. – No. 1. – P. 27. DOI: 10.1186/s13017-020-00306-3
- Dirks K. et al. EFSUMB position paper: recommendations for gastrointestinal ultrasound (GIUS) in acute appendicitis and diverticulitis // *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*. – 2019. – V. 40. – No. 02. – P. 163–175. DOI: 10.1055/a-0824-6952
- Аванесова В.А. и др. Клиника, диагностика и лечение аппендикулярного инфильтрата // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2008. – № 12. – С. 8–11. [Avanesova V.A. et al. Clinical course, diagnostics and treatment of periappendiceal mass // *Pirogov Russian Journal of Surgery*. – 2008. – No. 12. – P. 8–11. In Russian]
- Васильева М.А. и др. Ультразвуковое исследование в диагностике осложнений острого аппендицита // *Медицинская визуализация*. – 2010. – № 5. – С. 128–131. [Vasilieva M.A. et al. Ultrasonic research in diagnostic of complications of the acute appendicitis // *Medical Imaging*. – 2010. – No. 5. – P. 128–131. In Russian]
- Майстренко Н.А. и др. Аппендикулярный инфильтрат: диагностика и лечебная тактика // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. – 2016. – Т. 175. – № 5. – С. 57–62. [Maistrenko N.A. et al. Appendicular infiltrate: diagnosis and treatment tactics // *Bulletin of Surgery named after I. Grekov*. – 2016. – V. 175. – No. 5. – P. 57–62. In Russian]
- Serour F. et al. Sonographic findings following appendectomy for uncomplicated appendicitis in children // *Pediatric Radiology*. – 2009. – V. 39. – No. 9. – P. 926–932. DOI: 10.1007/s00247-009-1301-y
- Vakaki M. et al. Normal vs abnormal post-appendectomy sonographic findings in young patients. – *European Congress of Radiology-ECR 2010, 2010*. DOI:10.1594/ecr2010/C-2820
- Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике // *Медицинский алфавит*. – 2013. – Т. 3–4. – № 23. – С. 5–21. [Osipov L.V. Elastography technologies in ultrasound diagnostics (review) // *Medical Alphabet. Diagnostic radiology and oncotherapy*. – 2013. – V. 3–4. – No. 23. – P. 5–21. In Russian]
- Dietrich C.F. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of liver ultrasound elastography, update 2017 (long version) // *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*. – 2017. – V. 38. – No. 04. – P. e16–e47. DOI: 10.1055/a-0641-0076
- Gennisson J.L. et al. Ultrasound elastography: principles and techniques // *Diagnostic and Interventional Imaging*. – 2013. – V. 94. – No. 5. – P. 487–495. DOI: 10.1016/j.diii.2013.01.022
- Cosgrove D. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications // *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*. – 2013. – V. 34. – No. 03. – P. 238–253. DOI: 10.1055/s-0033-1335375
- Kapoor A. et al. Real-time elastography in acute appendicitis // *Journal of Ultrasound in Medicine*. – 2010. – V. 29. – No. 6. – P. 871–877. DOI: 10.7863/jum.2010.29.6.871
- Arsalan H. et al. Efficacy of strain elastography in diagnosis and staging of acute appendicitis in pediatric patients // *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. – 2018. – V. 24. – P. 855. DOI: 10.12659/msm.905927
- Giannetti A. et al. Strain elastography in Crohn's disease: the role of visual observation and semiquantitative parameters // *Journal of Ultrasound*. – 2019. – V. 22. – No. 2. – P. 227–239. DOI: 10.1007/s40477-018-0324-3