



DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2021.108-126>
УДК 618.141-006-073.432.19

Значення соноеластографії у диференційній діагностиці патологічних процесів матки (огляд літератури)

Шармазанова О. П., ORCID: 0000-0003-1578-6715, e-mail: olena.sharm@gmail.com

Сафонова І. М., ORCID: 0000-0002-6278-1784, e-mail: inessa7799@gmail.com

Мітякова Ю. С., ORCID: 0000-0003-4982-5882, e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

Харківська медична академія післядипломної освіти, м. Харків, Україна

Sonoelastography in differential diagnosis of pathological processes of the myometrium (literature review)

Sharmazanova O.P., ORCID: 0000-0003-1578-6715, e-mail: olena.sharm@gmail.com

Safonova I.N., ORCID: 0000-0002-6278-1784, e-mail: inessa7799@gmail.com

Mitiakova Y. S., ORCID: 0000-0003-4982-5882, e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine

Ключові слова:

аденоміоз, лейоміома, аденокарцинома, соноеластографія.

Для цитування:

Шармазанова О. П., Сафонова І. М., Мітякова Ю. С. Значення соноеластографії у диференційній діагностиці патологічних процесів матки (огляд літератури). *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2021. Т. XXIX. № 2. С. 108–126. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2021.108-126>

Для кореспонденції:

Мітякова Юлія Сергіївна
Харківська медична академія післядипломної освіти, кафедра променевої діагностики;
вул. Амосова, буд. 58, м. Харків, Україна, 61176;
e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

© Шармазанова О. П.,
Сафонова І. М., Мітякова Ю. С.,
2021

РЕЗЮМЕ

Актуальність. Внутрішньоматкові патологічні процеси, найпоширенішими нозологіями яких є лейоміома, аденоміоз та інфільтративна форма аденокарциноми, нині являють досить розповсюджену групу гінекологічної патології, небезпечну через можливість злоякісності та рецидивування. Розроблення інтегрованого неінвазивного діагностичного підходу, який бере до уваги чинники ризику, симптоми, клінічне обстеження та візуалізацію, створює можливість встановлення точного діагнозу для визначення терапевтичної тактики.

Мета роботи – провести систематичний аналіз сучасної наукової літератури щодо застосування методів візуалізації в діагностиці патологічних процесів матки та визначити основні напрямки їхнього розвитку при зазначених патологіях.

Матеріали та методи. Було проаналізовано і систематизовано дані повнотекстових публікацій у закордонних (англомовних) наукових виданнях за період 2013–2020 рр., відібраних шляхом пошуку в базах даних Scopus, Web of Science Core Collection і PubMed за ключовими словами «adenomyosis», «leiomyoma», «adenocarcinoma», «sonography», «sonoelastography».

Результати та їх обговорення. Складність діагностики новоутворень міометрія, особливо їхньої сполученості, спрямовує на пошук нових алгоритмів діагностики патологічних процесів міометрія, метою чого, у кінцевому рахунку, є визначення персоналізованої тактики лікування хворих жінок. За даними літератури, останнім часом усе частіше застосовують можливості соноеластографії в діагностиці хвороб репродуктивної системи та оцінюванні стану тканин матки, що сприяє диференційній діагностиці, моніторингу та лікуванню зазначених захворювань.

Висновки. На сьогодні зазначається обмежена кількість досліджень щодо питань діагностики патології матки та брак загальних стандартів техніки проведення та інтерпретації отриманих результатів соноеластографії при патології репродуктивної системи. Додавання даних соноеластографії до сірошкальних діагностичних зображень є корисним для диференціації лейоміоми, аденоміозу та нормальної матки, що відбивається у підвищенні точності та діагностичній узгодженості. Перспективність соноеластографії полягає в підвищенні точності діагностики, безпечності та доступності методу, невеликій вартості. Це сприяє можливості більш широкого впровадження методу в клінічну практику з метою отримання додаткової діагностичної інформації.

Key words:

adenomyosis, leiomyoma, adenocarcinoma, sonoelastography.

For citation:

Sharmazanova OP, Safonova IN, Mitiakova YS. Sonoelastography in differential diagnosis of pathological processes of the myometrium (literature review). *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2021;29(2):108–126. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2021.108-126>

For correspondence:

Mitiakova Yuliia Serhiivna
Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Diagnostic Radiology Department;
58, Amosova Str., Kharkiv, Ukraine, 61176;
e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

© Sharmazanova O. P., Safonova I. N., Mitiakova Y. S., 2021

ABSTRACT

Background. Intrauterine pathological processes, the most common medical conditions of which are leiomyoma, adenomyosis and infiltrative adenocarcinoma, currently represent a quite prevailing group of gynecological pathology, dangerous due to the potential of malignancy and recurrence. The development of an integrated non-invasive diagnostic approach that takes into account risk factors, symptoms, clinical examination and imaging, makes it possible to make an accurate diagnosis, which is essential to determine therapeutic strategy.

Purpose – to carry out a systematic analysis of the up-to-date scientific literature regarding the use of imaging methods in diagnosis of pathological processes of the myometrium and determine the main directions of their development in these pathologies.

Materials and methods. The material for the study were publications and results of clinical trials found in Scopus, Web of Science Core Collection and PubMed databases for the period from 2013 to 2020 based on the keywords like “adenomyosis”, “leiomyoma”, “adenocarcinoma”, “sonography”, “sonoelastography”.

Results and discussion. The complexity of diagnosing myometrial neoplasms, especially in case of combinations, initiates the search for new algorithms for diagnosing pathological processes of the myometrium, the purpose of which, ultimately, is to determine personalized strategy of treatment of female patients. According to the literature, recently sonoelastography potential has been increasingly used in diagnosis of the reproductive system diseases and assessment of the functional state of uterine tissues, contributing to differential diagnosis, monitoring and treatment of these diseases.

Conclusions. Thus, there is a limited number of studies on the diagnosis of myometrium pathology along with insufficient general standards of technique for conducting and interpreting the findings of sonoelastography in the reproductive system pathology. Adding sonoelastography data to sonographic images in B-mode is useful for differentiating leiomyoma, adenomyosis, and normal uterus, which is reflected in increased accuracy and diagnostic consistency. Sonoelastography potential consists in increasing the accuracy of diagnosis, safety and availability of the method, its low cost. This contributes to the possibility of wider implementation of the technique in clinical practice in order to obtain additional diagnostic information.

Рукопис надійшов
Manuscript was received
22.02.2021

Отримано після рецензування
Received after review
09.04.2021

Прийнято до друку
Accepted for printing
09.06.2021

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Робота виконана у межах планової науково-дослідної роботи Харківської медичної академії післядипломної освіти «Можливості використання sonoelastografії при дифузній патології міометрія». Номер державної реєстрації 0119U002240, термін виконання 2019–2023 рр., керівник теми – професор кафедри променевої діагностики ХМАПО Сафонова І. М.

ВСТУП

Внутрішньоматкові патологічні процеси, найпоширенішими нозологіями яких є ендометріоз, лейоміома, аденоміоз та інфільтративна форма аденокарциноми, нині являють досить розповсюджену групу гінекологічної патології. З огляду на поширеність, лейоміома матки трапляється у 20–30% жінок репродуктивного віку, водночас, за деякими джерелами, її поширеність може досягати навіть 77% [1]. Упродовж останнього століття відбулося «омолодження» цієї

Relationship with academic programs, plans and themes

The study was performed within the scope of the planned research project “Applicability of sonoelastography in diffuse myometrial pathology”. Led by Professor of Diagnostic Radiology Department of Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, I.M. Safonova. State registration No 0119U002240 (2019–2023).

INTRODUCTION

Intrauterine pathological processes, the most common medical conditions of which are leiomyoma, adenomyosis and infiltrative adenocarcinoma, currently represent a quite prevailing group of gynecological pathology. Considering the prevalence, uterine leiomyoma occurs in 20–30% of women of reproductive age, however, according to some sources, its prevalence can reach even 77% [1]. Over the last century, the pathology has tended to “rejuvenate”, in other words, to affect the population who are 10 years

патології на 10 років. Якщо наприкінці минулого століття на лейоміому найчастіше страждали 40-річні жінки, нині – це жінки віком 32–33 роки [2]. Головна проблема лейоміоми полягає у її поширеності та негативному впливі на дітородну функцію жінки: труднощі зачаття, ускладнення вагітності та безпліддя. Як стверджують М. Lisiecki et al., у 20–25% жінок лейоміома може спричинити тотальне безпліддя [3].

Перебіг лейоміоми може бути як безсимптомним, так і супроводжуватися тяжкими рясними менструальними кровотечами, які суттєво погіршують якість життя через анемію, втому, дисфункцію кишечника й сечовивідних шляхів, психологічний стрес. Тому проблема діагностики та лікування лейоміоми набуває великої соціальної значущості через вплив на реалізацію репродуктивної функції, омолодження контингенту хворих, а також високу частоту оперативних втручань, які нерідко закінчуються видаленням органа [4].

Іншою патологією міометрія є аденоміоз, який відзначається патологічним розростанням ендометрія в матці, спричиняючи гіперпластичні зміни міометрія. Вважалося, що це захворювання пізнього репродуктивного та перименопаузального віку, проте на аденоміоз страждають і жінки репродуктивного віку, що робить важливою якомога ранню діагностику, бажано неінвазивними методами. Донедавна єдиним методом діагностики аденоміозу було гістопатологічне дослідження після гістеректомії. Проте розвиток таких візуалізаційних технологій як трансвагінальна дво- та тривимірна сонографія, магнітно-резонансна томографія (МРТ) створили можливість діагностувати цю патологію неінвазивно [5]. Візуалізація дала змогу уточнити функціональну анатомію матки, виявити ураження на різній глибині від поверхні розділу ендометрій-міометрій, змінивши наше розуміння природного перебігу та клінічного спектра аденоміозу. Дослідники зазначають на відсутність єдиних гістологічних і візуалізаційних критеріїв у разі сполучення аденоміозу з іншими патологіями матки, зокрема, лейоміомою [6].

Аденокарцинома є частою причиною смерті жінок у розвинених країнах світу. Повідомляється, що синдром полікістозних яєчників і лейоміома матки можуть підвищити ризик зазначеної патології. S. E. Johnatty et al. спостерігали ідентифікацію аденоміозу у 41% пацієнтів з аденокарциномою [7]. Проте, за іншими даними, ризик впливу ендометріозу на виникнення аденокарциноми складає лише 0,78–2,8% [8], що, напевно, зумовлено відмінностями в дизайні досліджень, статистичних підходах і діагностичних методах.

Оскільки внутрішньоматкові патологічні процеси суттєво впливають на репродуктивне здоров'я жінок та якість життя, їхнє своєчасне виявлення є одним із пріоритетних завдань сучасної гінекології. Тому розроблення інтегрованого неінвазивного діагностичного підходу, який бере до уваги чинники ризику, симптоми, клінічне обстеження та візуалізацію, створює можливість встановлення точного діагнозу для визначення терапевтичної тактики.

younger. While, at the end of the last century, 40-year-old women most frequently suffered from leiomyoma, today these are women at the age of 32–33 [2]. The key challenge of leiomyoma is its prevalence and negative impact on the female reproductive function: difficulty to conceive, complicated pregnancy and infertility. According to M. Lisiecki et al., in 20–25% of women, leiomyoma can cause total infertility [3].

The course of leiomyoma can be asymptomatic or accompanied by severe heavy menstrual bleeding, significantly impairing the quality of life due to anemia, fatigue, dysfunction of the intestines and urinary tract, psychological distress. Consequently, the issue of diagnosis and treatment of leiomyoma acquires a great social significance resulting from the impact on fulfilling the reproductive function, “rejuvenation” of patient population, as well as a high frequency of surgical interventions, which often end with organ removal [4].

Another pathology of the myometrium is adenomyosis, which is characterized by pathological growth of the endometrium in the uterus, causing hyperplastic changes in the myometrium. It was considered to be a disease of late reproductive and premenopausal age, however, women of reproductive age do also suffer from adenomyosis, and thus, early diagnosis, preferably by non-invasive techniques, becomes of a great importance. Until recently, the only method for diagnosing adenomyosis was histopathological examination after hysterectomy. However, the development of such imaging technologies as transvaginal two- and three-dimensional sonography, magnetic resonance imaging (MRI) have made it possible to diagnose this pathology non-invasively [5]. Imaging enabled clarifying the functional anatomy of the uterus, detecting lesions at different depths from the surface of the endometrium-myometrium, having changed our understanding of the natural course and clinical spectrum of adenomyosis. Researchers note the lack of uniform histological and imaging criteria in case of combination of adenomyosis with other pathologies of the uterus, leiomyoma, in particular [6].

Adenocarcinoma is a frequent cause of death in women in the developed world. Polycystic ovarian syndrome and uterine leiomyoma are reported to be able to increase the risk of this pathology. S. E. Johnatty et al. observed the identification of adenomyosis in 41% of patients with adenocarcinoma [7]. However, according to other data, the risk of impact of endometriosis on occurring adenocarcinoma is only 0.78–2.8% [8], which is probably due to differences in research design, statistical approaches and diagnostic techniques.

Since intrauterine pathological processes substantially affect the female reproductive health and quality of life, early detection of those is one of the priorities of modern gynecology. Therefore, the development of an integrated non-invasive diagnostic approach that takes into account risk factors, symptoms, clinical examination and imaging, makes it possible to establish an accurate diagnosis and determine therapeutic strategy.

Мета роботи – провести систематичний аналіз даних сучасної наукової літератури щодо застосування методів візуалізації в діагностиці патологічних процесів матки та визначити основні напрямки їхнього розвитку при зазначених патологіях.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Було проаналізовано і систематизовано дані повнотекстових публікацій у закордонних (англомовних) наукових виданнях за період 2013–2020 рр., відібраних шляхом пошуку в базах даних Scopus, Web of Science Core Collection і PubMed за ключовими словами «adenomyosis», «leiomyoma», «adenocarcinoma», «sonography», «sonoelastography».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Візуалізація завжди була незамінною при визначенні етіології та стадії патологічних процесів матки, плануванні лікування та оцінюванні його ефективності, виявленні рецидивів. Трансвагінальне ультразвукове дослідження є найпоширенішим методом візуалізації патологічних процесів матки. Попри переваги методу (інформативність, доступність, неінвазивність), цей метод не завжди дає можливість диференціювати внутрішньоматкові патологічні процеси. УЗ-ангіографія, тривимірна ехографія, як додаткові технології УЗ-діагностики, сприяють підвищенню інформативності в діагностиці зазначених патологій, проте на результати цих методів значною мірою впливає клінічний досвід фахівця, сприяючи суб'єктивізму й ускладнюючи діагностику в разі супутньої патології [9]. На сьогодні для виявлення ознак злоякісності тканин і більш точної диференціації внутрішньоматкових патологічних змін у клінічній практиці почали застосовувати метод соноеластографії (СЕГ), який ґрунтується на вимірюванні й оцінюванні жорсткості і механічних властивостей тканин. Можливості еластографії недавно були адаптовані до більшості високоякісних ультразвукових сканерів. Оскільки майже всі пацієнти зі скаргами на органи малого таза проходять УЗД, соноеластографію можна легко використовувати, просто переключивши сканер у режим еластографії. Цю методику розглядають як віддалену пальпацію органів і тканин через ультразвукові сигнали, аналіз яких надає інформацію щодо зміщень, спричинених зовнішнім механічним або фізіологічним впливом. Ультразвукова система аналізує й маркує зони з різними параметрами пружності та надає візуальні зображення, супроводжуючи їх кількісною інформацією. У процесі соноеластографії за допомогою ультразвукових хвиль та досить невеликої механічної компресії визначають ступінь деформації тканини органа: м'які частини тканини деформуються більшою мірою, а тверді навпаки – меншою. Відомо, що висока твердість або щільність новоутворення є ознакою злоякісності [10].

Якісні та кількісні зміни структури тканини в процесі соноеластографії відбиваються у вигляді комп'ютеризованої колірної шкали, на якій ступінь жорсткості відповідає певному кольору та певним кількісним показникам – бальній шкалі жорсткості,

Purpose – to carry out a systematic analysis of the uptodate scientific literature data regarding the use of imaging methods in diagnosis of pathological processes of the myometrium and determine the main directions of their development in these pathologies.

MATERIALS AND METHODS

The material for the study were publications and results of clinical trials found in Scopus, Web of Science Core Collection and PubMed databases for the period from 2013 to 2020 based on the keywords like “adenomyosis”, “leiomyoma”, “adenocarcinoma”, “sonography”, “sonoelastography”.

RESULTS AND DISCUSSION

Imaging has always been indispensable in determining the etiology and stage of neoplasm, planning the treatment and assessing its effectiveness as well as detecting relapses. Transvaginal ultrasound is the most common technique of imaging of newly formed processes of the myometrium. Despite its advantages (informativeness, accessibility, non-invasiveness), this technique does not always make it possible to differentiate intrauterine pathological processes. Ultrasound angiography, three-dimensional ultrasound, as supplementary technologies of ultrasound diagnosis, increase the informativeness in diagnosis of these pathologies, however the findings of these methods are greatly influenced by an expert's clinical experience, promoting subjectivity and complicating diagnosis in case of comorbidity [9]. Up to date, in order to detect the signs of tissue malignancy and achieve more accurate differentiation of intrauterine pathological changes, they put sonoelastography, based on measuring and evaluating the stiffness and mechanical properties of tissues, into clinical practice. Elastography potential has recently been adapted to most high-quality ultrasound scanners. Since almost all patients with pelvic complaints undergo ultrasound, sonoelastography can be easily used by simply switching the scanner to elastography mode. This technique is considered as remote palpation of organs and tissues through ultrasound signals, the analysis of which provides information on the displacements caused by external mechanical or physiological influence. The ultrasound system analyzes and marks areas with different elasticity parameters and provides visual images along with quantitative information. In the process of sonoelastography, with the help of ultrasonic waves and quite small mechanical compression, they determine the degree of deformation of the organ tissue: the soft parts of the tissue are deformed to a greater extent, while the hard ones, on the contrary, to a lesser extent. High hardness or density of the tumor are known to be a sign of malignancy [10].

Qualitative and quantitative changes in tissue structure in the process of sonoelastography (SEG) are reflected in the form of a computerized color scale, on which the degree of stiffness corresponds to a certain color and certain quantitative parameters – a scale of

розроблений для різних органів [11]. Так, злоякісний процес, незалежно від його локалізації, відзначається високим ступенем жорсткості тканини та відбивається на колірній шкалі інтенсивним синім кольором, а доброякісні новоутворення – зеленим або червоним. Ці дані є важливим додатковим критерієм у диференційній діагностиці новоутворень різних локалізацій [12].

У клінічній практиці SEG проводять на ультразвукових і магнітно-резонансних системах, які використовують різні методи візуалізації. Технологія магнітно-резонансної еластографії (МРЕ), поєднує МРТ-зображення з низькочастотними коливаннями, створюючи візуальну карту – еластограму, яка відбиває жорсткість тканин. Цей метод спочатку застосовували в діагностиці та визначенні стадій фіброзу печінки, натеper МРЕ є додатковим інструментом у диференціації доброякісних і злоякісних пухлин молочної залози, еластичності міокарда й аорти, легень. Хоча МРЕ з однаковою чутливістю дозволяє оцінити швидкість поширення збудження та вимірювати деформацію тканин у будь-якому напрямку, недоліком методу є необхідність високовартісного устаткування, що позначається на поширеності його застосування [13].

Ультразвукова еластографія або соноеластографія набула найбільшого розповсюдження, даючи можливість в процесі дозованої компресії або вібрації оцінити локальні деформації на основі різниці еластичності або жорсткості нормальних і патологічних тканин [14]. Поширенню застосування SEG у діагностиці майже всіх вогнищевих і дифузних захворювань внутрішніх і поверхнево розташованих органів сприяло виготовлення апаратів для УЗД з опцією SEG, і навіть бездротових портативних [15].

Нині відомі два методи SEG: компресійна еластографія й еластографія зсувною хвилею [16]. Компресійна (деформаційна, статична, стрейнова) еластографія досліджує еластичність тканин у реальному часі у В-режимі сканування, аналогічно до кольорової доплерографії. Метод створює можливість провести якісне оцінювання розподілу пружності в тканинах, а ступінь стисливості тканини в передбачуваній зоні патології щодо референтної тканини відбиває коефіцієнт деформації SR (strain ratio). Інформація, отримана під час компресійної еластографії, подається графічно або через колірне картування. Перевагами методу є можливість одночасного отримання двовимірного ультразвукового й еластографічного зображення та відсутність великих труднощів інтерпретації. Деякі дослідники вважають суттєвим недоліком методу зменшення чутливості пропорційно збільшенню глибини досліджуваних тканин, проте цей недолік певною мірою можна скоригувати, збільшивши кількість п'єзоелементів у високочастотних датчиках [17]. Недоліком методу є його залежність від лікаря-оператора через необхідність визначати силу механічної дії на досліджувану зону. Однак виробники, зважаючи на цей недолік, доповнили апарати індикаторами й інструментами, які допомагають зробити механічні дії оптимальними [18].

stiffness developed for different organs [11]. Thus, the malignant process, regardless of its location, is characterized by a high degree of tissue stiffness and is reflected on the color scale by intense blue, while benign tumors – green or red. These data are an important additional criterion in differential diagnosis of tumors of different locations [12].

In clinical practice, SEG is carried out on ultrasound and magnetic resonance systems using different imaging techniques. Magnetic resonance elastography (MRE) technology combines MRI images with low-frequency oscillations, creating a visual map, that is an elastogram reflecting the stiffness of tissues. This technique was originally used in the diagnosis and determination of stages of liver fibrosis, while currently, MRE is an additional tool for detecting benign and malignant tumors of the breast, the elasticity of the myocardium and aorta, the lungs.

Although MRE with the same sensitivity makes it possible to assess nerve conduction velocity and measure the deformation of tissues in any direction, the disadvantage of this technique is expensive equipment, which does affect the prevalence of its use [13].

Ultrasound elastography or sonoelastography has become the most widespread, which, in the process of dosed compression or vibration, allow to assess local deformations based on the difference in elasticity or stiffness of normal and pathological tissues [14]. Involving SEG in diagnosis of almost all focal and diffuse diseases of internal and superficial organs was facilitated by the production of ultrasound equipment containing SEG option, and even wireless portable ones [15].

At present, there are two SEG techniques: compression elastography and shear-wave elastography [16]. Compression (deformation, static, strain) elastography examines the elasticity of tissues in real time in B-scan mode, similar to color Doppler. The technique makes it possible to qualitatively assess the distribution of elasticity in tissues, while the degree of compressibility of the tissue in the predicted area of pathology vs the reference tissue reflects the strain coefficient SR (strain ratio). The information obtained during compression elastography is presented graphically or through colour flow mapping. The advantages of the method are the possibility of simultaneous obtaining of two-dimensional ultrasound and elastographic images and the absence of great difficulties in interpretation. Some researchers consider reducing sensitivity in proportion to increasing depth of the studied tissues as a significant disadvantage of the method, but this shortcoming can be corrected to some extent via increasing the number of piezoelectric elements in highfrequency sensors [17]. The disadvantage of this method is its dependence on an operator due to the need to determine the strength of mechanical action on the area under study. However, due to this shortcoming, manufacturers have supplemented the devices with indicators and tools that help to make mechanical actions optimal [18].

The principle of shear-wave SEG is based on the objective assessment of the speed of shear waves in

Принцип СЕГ зсувною хвилею ґрунтується на об'єктивному визначенні швидкості просування зсувних хвиль у тканинах і визначенні їхньої пружності (або жорсткості) у кілопаскалях (кПа) [19]. Принцип методу полягає в оцінюванні еластичності тканин за зсувом і деформацією структури через навантаження або ж унаслідок аналізу хвиль, які з'являються при зсуві. Маючи різну еластичність, тканини відчувають різний ступінь деформації: більш еластичні (м'які) тканини деформуються більшою мірою, жорсткі (щільні) – меншою [20]. Проте цей метод має деякі недоліки: занадто слабкий сигнал через маленьку амплітуду зсувної хвилі. Для підвищення ефективності генерації хвиль зсуву акустичним імпульсом на зону дослідження застосовували невелику компресію датчиком через накладення додаткового механічного впливу, внаслідок якого відбувається деформація тканин. СЕГ зсувною хвилею є корисним інструментом діагностики й моніторингу багатьох захворювань, проте розбіжності в технології зсувної хвилі в системах різних виробників певною мірою перешкоджають його застосуванню [21]. Нині продовжується удосконалення погодженості значень, які повідомляються різними системами виробників.

Отже, різні типи СЕГ відрізняються джерелом напруги, викликаним фізичним стисненням, вібрацією або акустичними імпульсними хвилями.

За видом напруги розрізняють статичну й динамічну еластографію. У статичній СЕГ використовується таке статичне стиснення як напруга в разі деформації тканини, у динамічній еластографії – динамічні коливання. Основним принципом статичної еластографії є закон Гука, а динамічної – рівняння пружної хвилі [22].

Нині Європейська федерація ультразвуку в медицині та біології рекомендує застосовувати різні форми еластографії під час дослідження новоутворень різних органів: печінки, вузлів щитоподібної залози, доброякісних і злоякісних лімфатичних вузлів, анормалій простати тощо [23].

В акушерстві та гінекології СЕГ використовують для дослідження шийки матки під час вагітності, новоутворень шийки матки, у разі прогнозування передчасних пологів, патології плаценти, диференціювання патологічної інвазії плаценти, успішного стимулювання пологів. СЕГ в акушерській практиці створює можливість оцінити пружно-еластичні властивості шийки матки й одержати клінічно значущу інформацію щодо фізіологічних змін, які відбуваються в позаклітинній матриці шийки матки та знижують пружність і збільшують її розтяжність. За повідомленням L.C. Carlson et al., значення швидкості зсувної хвилі зростають від дистальних до проксимальних відділів матки, а більш високі значення – у зоні внутрішнього зіву [24]. За даними E. Hernandez-Andrade et al., які порівнювали значення швидкості зсувної хвилі на різних ділянках шийки матки та різній глибині під час 11–36 тижнів гестації, і відзначали, що у зоні внутрішнього зіву швидкість зсувної хвилі ендocerвіксу була вірогідно нижче, ніж в інших локалізаціях тільки після 14 тиж. гестації; у зоні

tissues along with their elasticity (or stiffness) in kilopascals (kPa) [19]. The principle of the method is to estimate the elasticity of tissues by shear and deformation of the structure resulting from the load or due to the analysis of waves occurring during shear. Having different elasticities, tissues experience different degrees of deformation: more elastic (soft) tissues are deformed to a greater extent, hard (dense) – to a lesser extent [20]. However, this technique has some disadvantages: the signal is too weak due to the small amplitude of the shear wave. In order to increase the efficiency of the generation of shear waves by an acoustic pulse on the area under study, one should apply minor compression by the sensor through imposition of additional mechanical impact resulting in tissue deformation. Shearwave SEG is a useful tool for diagnosing and monitoring many diseases, however the differences in shear-wave technology in systems of different manufacturers prevent its use to some extent [21]. Up to date, the consistency of the values reported by different manufacturers' systems continues to be improved.

Thus, different SEG types differ in terms of the voltage source caused by physical compression, vibration or acoustic pulse waves.

According to the voltage type, there are static and dynamic elastography. In static SEG, static compression such as stress in case of tissue deformation is used, in dynamic elastography – dynamic oscillations. The core principle of static elastography is Hooke's law, while the one of dynamic elastography – elastic wave equation [22].

Currently, European Federation of Ultrasound in Medicine and Biology recommends applying various forms of elastography when studying tumors of the organs like liver, thyroid nodules, benign and malignant lymph nodes, prostate abnormalities, etc. [23].

In Obstetrics and Gynecology, SEG is used to study the cervix during pregnancy, cervical tumors, in case of predicting premature birth, placental pathology, differentiation of pathological placental invasion, successful stimulation of childbirth. In obstetric practice, SEG makes it possible to assess the elastic properties of the cervix and obtain clinically relevant information on physiological changes occurring in the extracellular matrix of the cervix and reducing elasticity and increasing its extensibility. According to L.C. Carlson et al., the values of the shearwave velocity are increasing from the distal to the proximal parts of the uterus, while the higher values – in the area of the internal os [24]. According to E. Hernandez-Andrade et al., who compared the values of the shear-wave velocity in different parts of the cervix and different depths at 11–36 weeks of gestation, in the area of the internal os, the shear-wave velocity of the endocervix was significantly lower than in other locations only after 14 weeks of gestation; in the area of the external os, the shear-wave velocity in the anterior part and the endocervix was probably lower vs other locations [25].

Sonoelastographic criteria for assessing the cervix in normal and isthmio-cervical insufficiency, maturation of the cervix (its shortening and softening) to predict

зовнішнього зива швидкість зсувної хвилі в передній частині й ендocerвіксі була вірогідно нижче проти інших локалізацій [25].

Визначено соноеластографічні критерії оцінювання шийки матки в нормі та при істмічно-цервікальній недостатності, дозріванні шийки матки (її вкорочення й розм'якшення) для прогнозування передчасних пологів [26]. Розроблено еластографічні шаблони тканин маткових труб, міометрія й ендометрія в жінок із трубною/матковою вагітністю. При компресійній SEG незмінені маткові труби картирувалися у вигляді еластичних структур зеленого кольору з жовтими та червоними фрагментами, а рубцево-змінені маткові труби – як тканини зеленого кольору з жорсткими синіми елементами. Проте дослідники вважають недоцільним застосування SEG у відриві від даних сірошкальної ехографії, оскільки в цьому випадку незрозуміло, еластичні властивості яких структур оцінюються. Компресійна SEG у діагностиці трубної вагітності може бути використана як додатковий ультразвуковий метод обстеження поряд з доплерографією та тривимірною ехографією в комплексному алгоритмі обстеження [27].

SEG може полегшити пошук плодового яйця у випадку позаматкової вагітності, оскільки хоріальна тканина та тканина плодового яйця мають різну щільність у порівнянні зі щільністю незміненої тканини маткових труб і зв'язкового апарату матки. Тому на еластограмі плодове яйце картирується синіми відтінками з наявністю високоеластичного обідка на тлі еластичних тканин зеленого кольору [28]. За повідомленням S. Phatak et al., у разі помірно підвищених значень β -хоріального гонадотропіну людини та сумнівної візуалізації плодового яйця стандартним УЗД, чутливість і специфічність соноеластографії складає ϵ 95,2%, а точність – 94,9%, що демонструє надійність SEG у діагностиці позаматкової вагітності [29]. Методом еластографії зсувної хвилі визначено параметри еластичності міометрія та шийки матки в разі позаматкової вагітності, ранньої внутрішньоутробної вагітності та за її відсутності. Встановлено, що еластичність міометрія в групі позаматкової вагітності мала більш низькі значення (8,31 кПа) проти груп порівняння (8,83 кПа і 14,85 кПа, відповідно) [30].

Попри можливості УЗД, гістеросальпінгографії, комп'ютерної томографії (КТ) і МРТ оцінити стан матки після кесаревого розтину (розміри матки, стан порожнини, наявність об'ємних утворень і дефектів стінки матки), вони не дають змогу оцінити властивості міометрія через відсутність кореляції сірошкальних діагностичних зображень і наявних змін матки. Вивчення еластичності рубця після кесаревого розтину методом SEG виявило підвищену жорсткість рубця на матці в порівнянні з оточуючим міометрієм, проте показники коефіцієнта деформації (SR) значущо не відрізнялися, залежно від терміну проведення кесаревого розтину (до або під час активних пологів), типу шва або гіпертермії на післяпологовому етапі [31]. А. М. Приходько та співавтори звернули увагу на можливість використання SEG для оцінювання змін у міометрії після пологів з огляду на метод розродження.

preterm birth have been determined [26]. The elastographic patterns of the fallopian tubes, myometrium and endometrial tissues in women with tubal/uterine pregnancy have been developed. In compression SEG, the unchanged fallopian tubes were mapped in the form of elastic green structures with yellow and red fragments, and the scar-altered fallopian tubes were mapped as green tissues with stiff blue elements.

However, researchers consider it inappropriate to use SEG in isolation from the data of gray-scale ultrasound, because in this case, it is unclear, the elastic properties of which structures are assessed. Compression SEG in diagnosis of tubal pregnancy can be used as an additional ultrasound method of examination along with Doppler and three-dimensional ultrasound in a comprehensive examination algorithm [27].

SEG can simplify the search for the ovum in case of tubal pregnancy, since the chorionic tissue and the ovum tissue have different densities compared to the density of the unaltered uterine tissue and uterine ligaments. Thus, on the elastogram, the ovum is mapped in blue with the presence of a highly elastic rim on the background of elastic green tissues [28]. According to S. Phatak et al., in case of moderately elevated values of human β -chorionic gonadotropin and ambiguous imaging of the ovum by standard ultrasound, the sensitivity and specificity of sonoelastography is 95.2% while accuracy is 94.9%, demonstrating the reliability of SEG in diagnosis of tubal pregnancy [29]. The parameters of elasticity of the myometrium and the cervix in case of tubal pregnancy, early intrauterine pregnancy and in its absence were determined by means of shear-wave elastography. It was found that the elasticity of the myometrium in the group of tubal pregnancy had lower values (8.31 kPa) vs the comparison groups (8.83 kPa and 14.85 kPa, respectively) [30].

Despite the potential of ultrasound, hysterosalpingography, computed tomography (CT) and MRI in assessing the state of the uterus after cesarean section (uterine size, cavity, the presence of volume formations and defects of the uterine wall), they do not make it possible to assess the properties of the myometrium due to lack of correlation of grey-scale diagnostic images and existing changes in the uterus. Studying the elasticity of the scar after cesarean section by means SEG revealed increased stiffness of the scar on the uterus compared to the surrounding myometrium, however the coefficient of deformation (SR) did not differ significantly, depending on the duration of cesarean section (before or during active delivery), suture type or hyperthermia at the postpartum stage [31]. A.M. Prikhodko et al. drew attention to SEG potential in assessing changes in the myometrium after childbirth in view of the method of delivery. Compared to women after spontaneous delivery in 3 months after cesarean section, significantly lower values of the index of elasticity of the cervix and the anterior wall of the uterus were detected by compression SEG. This indicates that the scar on the uterus after cesarean section affects the restoration of the anterior wall and the formation of the cervix [32]. Other researchers have reported SEG potential to determine the visco-

У порівнянні з жінками після мимовільних пологів через 3 міс. після кесаревого розтину були виявлені методом компресійної СЕГ вірогідно менші значення індексу еластичності шийки матки і ділянки передньої стінки матки. Це свідчить, що рубець на матці після кесаревого розтину впливає на відновлення передньої стінки та формування шийки матки [32]. Інші дослідники повідомили про можливість СЕГ після кесаревого розтину визначити в'язкопружні властивості найтоншої частини маткового рубця, що важливо при плануванні подальших вагітностей [33].

СЕГ має значення в диференційній діагностиці доброякісних і злоякісних утворень яєчників: доброякісні пухлини яєчників відзначаються більшою жорсткістю проти злоякісних утворень [34]. Використання СЕГ у разі реакції раку яєчників на неoad'ювантну хіміотерапію виявило більшу жорсткість пухлини після терапії [35]. СЕГ дає змогу проведення диференційної діагностики характеру вмісту яєчників, яке нерідко не відрізняє УЗД у В-режимі, що має певне значення у визначенні тактики операційного втручання [36].

СЕГ усе частіше застосовують для діагностики злоякісної патології шийки матки. Дослідники вказують, що переважним типом еластограми при раку шийки матки був V еластотип зі здебільшого синім картуванням, рідше – IV еластотип; середній коефіцієнт жорсткості пухлини був 8,97 [37].

Дослідники пропонують використовувати СЕГ для виявлення змін еластичності шийки матки, що сприяє об'єктивізації оцінювання відповіді пухлини на консервативну терапію при раку зазначеної локалізації [38]. Оцінювання ефективності променевої терапії через 6 міс. у хворих на рак шийки матки за допомогою СЕГ виявило, що більш статистично значущим був V еластотип, а через 1 рік – IV еластотип і коефіцієнт жорсткості $1,1 \pm 0,1$, що відповідало повному лікувальному ефекту [39].

Компресійна СЕГ разом із доплерографією дозволяють виявити початковий інвазивний ріст раку шийки матки в сечовий міхур, що сприяє обранню правильної терапевтичної тактики [40].

За інформацією закордонних джерел, СЕГ має високу інформативність щодо визначення коефіцієнта жорсткості новоутворень. Так, коефіцієнт жорсткості в пухлині був значно вищим проти незміненої тканини й у середньому дорівнював 3,4, а через променеви терапію знижувався до 1; водночас у разі залишкової пухлини значення коефіцієнта жорсткості не змінювалося [41].

Ознайомившись із доступною літературою можна дійти висновку щодо невеликої кількості досліджень із застосування СЕГ у діагностиці захворювань матки. Дослідження здорових жінок репродуктивного віку методом СЕГ зсувною хвилею дало можливість встановити нормативні значення жорсткості (модуль Юнга) для незміненого ендометрія, ендocerвіксу, міометрія шийки та тіла матки: для ендометрія – від 5,7 до 29,3 кПа (медіана 16,5 кПа) (E_{mean}), від 7,7 до 33,7 кПа (17,6 кПа) (E_{max}); ендocerвіксу – від 17,2 до 49,7 кПа (33,1 кПа), від 18,3 до 52,9 кПа (38,8 кПа); міометрія тіла матки –

elastic properties of the thinnest part of the uterine scar after cesarean section, which is essential when planning further pregnancy [33].

SEG is important in differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors: benign ovarian tumors are characterized by more pronounced stiffness in comparison with malignant ones [34]. Using SEG in case of ovarian cancer response to neoadjuvant chemotherapy revealed greater tumor stiffness after therapy [35]. SEG makes it possible to perform differential diagnosis of the nature of the ovarian contents, which often does not differ from ultrasound in B-mode, having certain significance in determining the strategy of surgery [36].

SEG is increasingly used to diagnose malignant cervical pathology. The researchers point out that the predominant type of elastogram in cervical cancer was elastotype V with mostly blue mapping, less often – elastotype IV; the average tumor stiffness was 8.97 [37].

The scientists suggest using SEG to detect changes in cervical elasticity, which contributes to the objectification of the assessment of tumor response to conservative therapy in case of cancer of certain location [38]. SEG assessment of the effectiveness of radiation therapy in patients with cervical cancer after 6 months, revealed that more statistically significant was elastotype V, and in 1 year – elastotype IV and a stiffness factor of 1.1 ± 0.1 , which corresponded to the full therapeutic effect [39].

Compression SEG in combination with Doppler enables detecting the initial invasive growth of cervical cancer into the bladder, which contributes to the choice of the appropriate therapeutic strategy [40].

According to foreign sources, SEG is highly informative in determining the hardness coefficient of neoplasms. Thus, the hardness coefficient in the tumor was significantly higher vs unchanged tissue and averaged 3.4, and due to radiation therapy decreased to 1; at the same time, in case of a residual tumor, the value of hardness coefficient did not change [41].

Having got acquainted with the available literature, one can conclude that there are few studies dealing with SEG in diagnosis of uterine diseases. The study of healthy women of reproductive age by means of shear-wave SEG has made it possible to establish the normative values of stiffness (Young's module) for the unchanged endometrium, endocervix, cervical and uterine myometrium: for the endometrium – from 5.7 to 29.3 kPa (median 16.5 kPa) (E_{mean}), from 7.7 to 33.7 kPa (17.6 kPa) (E_{max}); endocervix – from 17.2 to 49.7 kPa (33.1 kPa), from 18.3 to 52.9 kPa (38.8 kPa); uterine body myometrium – from 7.0 to 41.8 kPa (22.3 kPa) (E_{mean}), from 10.7 to 57.0 kPa (29.3 kPa) (E_{max}); cervical myometrium – from 17.2 to 83.7 kPa (42.3 kPa), from 22.6 to 99.5 kPa (52.4 kPa) [42]. According to V.V. Mitkov et al., the values of Young's module for uterine myometrium in reproductive and postmenopausal patients significantly differed; Young's module of the unchanged myometrium does not depend on the phase of the female menstrual cycle [43].

від 7,0 до 41,8 кПа (22,3 кПа) (E_{mean}), від 10,7 до 57,0 кПа (29,3 кПа) (E_{max}); міометрія шийки матки – від 17,2 до 83,7 кПа (42,3 кПа), від 22,6 до 99,5 кПа (52,4 кПа) [42]. За повідомленням В. В. Мітькова та співавторів значення модуля Юнга для міометрія тіла матки в пацієнок репродуктивного та періоду постменопаузи вірогідно розрізнялися, значення модуля Юнга незміненого міометрія не залежить від фази менструального циклу жінки [43].

X. Zhang et al. експериментально визначили частоту поширення поперечної хвилі при трансвагінальній ультразвуковій віброеластографії та припустили можливість використання цього методу в процесі діагностики патології матки, зокрема, аденоміозу [44]. За іншими відомостями, у жінок із підозрою на аденоміоз порогове значення модуля Юнга у 35 кПа характеризується чутливістю 92,2% і специфічністю – 95,0% [45].

Вивчення різних патологій ендометрія дозволяють дійти висновку, що атрофічні й нормальні тканини ендометрія є більш м'якими в порівнянні з тканинами поліпів ендометрія й гіпертрофованих тканин [46].

Компресійна SEG створює можливість для своєчасної діагностики й диференціювання не тільки патологічних процесів ендометрія, а й поєднаних із патологією міометрія, що є важливим при розробці адекватної лікувальної тактики. На думку І. Білосорова та співавт., долучення до діагностичного алгоритму компресійної SEG дало змогу підвищити чутливість УЗД у разі патології ендометрія на 14,2%, а в поєднаній патології ендометрія й міометрія – на 10,8% [47].

До переваг SEG належить його здатність розрізнити такі доброякісні ураження ендометрія як поліпи та гіперплазію на ранніх стадіях [48].

На думку G. Marfani et al., SEG у разі уражень ендометрія може використовуватися замість КТ і МРТ. Це твердження базується на порівняльному аналізі діагнозів, поставлених за результатами гістопатологічного дослідження, звичайного УЗД і еластограми з розрахованими коефіцієнтами деформації. Виявилось, що чутливість, специфічність і діагностична точність УЗД склали 90,28%, 80% і 88,5%, відповідно; чутливість, специфічність і діагностична точність SEG – 93,06%, 86,67% і 91,95%, відповідно. Отже, SEG має досить високу діагностичну цінність, проте не опромінює пацієнта та має більш низьку вартість, що важливо для країн з обмеженими економічними ресурсами [49].

Компресійну SEG можна застосовувати для візуалізації внутрішньоматкових новоутворень. Поліпи ендометрія виявляються як м'які ураження, підслизові міоми – як тверді [50]. P. Czuczwar et al. порівняли можливості УЗД у В-режимі, кольорової доплерографії та компресійної SEG для візуалізації різної жорсткості поліпів ендометрія та підслизових міом. Показники діагностичної точності цих методів склали 70,2%, 65,9% і 89,4%, відповідно. Частка правильних результатів була значно вищою для компресійної SEG проти зазначених методів, що виявило її додаткові

X. Zhang et al. експериментально оцінили частоту поширення поперечної хвилі при трансвагінальній ультразвуковій віброеластографії та запропонували можливість використання цього методу в процесі діагностики патології матки, зокрема, аденоміозу [44]. Згідно з іншими даними, у жінок із підозрою на аденоміоз порогове значення модуля Юнга у 35 кПа характеризується чутливістю 92,2% і специфічністю 95,0% [45].

Через вивчення різних патологій ендометрія, було встановлено, що атрофічні та нормальні ендометріальні тканини є м'якшими порівняно з ендометріальними поліпами та гіпертрофованими тканинами [46].

Компресійна SEG дозволяє ранню діагностику й диференціацію не тільки патологічних процесів ендометрія, а й тих, що пов'язані з патологією міометрія, що є важливим при розробці адекватної лікувальної тактики. Згідно з I. Bilosorov et al., використання компресійної SEG у діагностичному алгоритмі дозволило підвищити чутливість УЗД при ендометріальній патології на 14,2%, а при поєднаній патології ендометрія та міометрія – на 10,8% [47].

Відомі переваги SEG включають її здатність розрізняти такі доброякісні ураження ендометрія як поліпи та гіперплазію на ранніх стадіях [48].

Згідно з G. Marfani et al., у разі ендометріальних уражень, SEG можна використовувати замість КТ і МРТ. Це твердження базується на порівняльному аналізі діагнозів, поставлених за результатами гістопатологічного дослідження, звичайного УЗД і еластограми з розрахованими коефіцієнтами деформації. Виявилось, що чутливість, специфічність і діагностична точність УЗД склали 90,28%, 80% і 88,5%, відповідно; чутливість, специфічність і діагностична точність SEG склали 93,06%, 86,67% і 91,95%, відповідно. Отже, SEG має досить високу діагностичну цінність, проте не опромінює пацієнта та має більш низьку вартість, що важливо для країн з обмеженими економічними ресурсами [49].

Компресійна SEG може використовуватися для візуалізації внутрішньоматкових новоутворень. Поліпи ендометрія виявляються як м'які ураження, підслизові міоми – як тверді [50]. P. Czuczwar et al. порівняли можливості УЗД у В-режимі, кольорової доплерографії та компресійної SEG для візуалізації різної жорсткості поліпів ендометрія та підслизових міом. Показники діагностичної точності цих методів склали 70,2%, 65,9% і 89,4%, відповідно. Частка правильних результатів була значно вищою для компресійної SEG проти зазначених методів, що виявило її додаткові

SEG використовується як додатковий метод для покращення стандартного В-режиму УЗД при виявленні внутрішньоматкових новоутворень у пре- та постменопаузальних жінок. Тканини лейоміоми є твердішими порівняно з нормальними тканинами, а окремі зразки карциноми є м'якшими порівняно з нормальними тканинами [52].

D. Che et al. продемонстрували потенціал трансвагінальної SEG для диференціації ендометріального раку від доброякісних новоутворень, поділення ендометріальних уражень, залежно від домінуючих кольорових патернів SEG, на три типи.

можливості у разі диференціації внутрішньоматкових уражень [51].

СЕГ застосовують як додатковий метод для поліпшення стандартного УЗД у В-режимі в процесі виявлення пухлин матки в жінок у пре- та постменопаузі. Тканини лейоміоми матки більш жорсткі проти нормальних тканин, а одиничний зразок карциноми – м'якший, ніж нормальна тканина [52].

D. Che et al. продемонстрували можливості трансвагінальної СЕГ для диференціації раку ендометрія від доброякісних новоутворень, розподіливши ураження ендометрія, залежно від домінуючих кольорних паттернів СЕГ, на три типи. За таких обставин коефіцієнт деформації (SR) має відмінні діагностичні ознаки при пороговому значенні 3,02, забезпечуючи чутливість 81,7%, специфічність – 85%, позитивну прогностичну цінність – 83,3% і негативну прогностичну цінність – 83,5% [53]. У процесі диференційної діагностики раку ендометрія й гіперплазії ендометрія M. Abdel Latif et al. виявили, що при пороговому значенні SR 7,2 чутливість і специфічність СЕГ становили 92,3% і 100%, відповідно [54]. При диференційній діагностиці раку ендометрія й атипової гіперплазії ендометрія, за відомостями M. R. Metin et al., при значенні SR 1,05 чутливість СЕГ становила 92,9% і специфічність – 71,9%. [55].

СЕГ розцінюють як додатковий метод оцінювання глибина інвазії в міометрій та цервікальний канал у разі раку ендометрія. В. Гаждонова та співавт. виявили, що в проекції ендометрія, відповідній пухлинній ділянці злоякісного походження, відзначалася ділянка рівномірно високої жорсткості, як і в зоні м'язової інвазії раку ендометрія [56]. Однак, за даними M. A. Чекалова та співавторів, висока щільність у процесі СЕГ виявлялася тільки на поодиноких ділянках пухлини й у зоні інвазії в міометрій, що свідчить про неоднорідність її структури [57]. Включення еластографії до комплексного УЗД суттєво підвищує його інформативність у разі діагностики раку ендометрія: чутливість методу становила 87,8%, специфічність – 86,9% [58].

R. Lu et al. зазначають, що СЕГ має діагностичну цінність під час диференційної діагностики доброякісних і злоякісних уражень шийки матки [59].

Аналізуючи можливості компресійної СЕГ і контрастно-посиленого УЗД у процесі диференційної діагностики первинних і метастатичних пухлин яєчників у хворих на рак тіла матки, деякі автори показали, що УЗД дає змогу чітко виявити новоутворення в незбільшених яєчниках і запідозрити метастази. У солідно-кістозних новоутвореннях у випадках сполученого ураження рівною мірою візуалізувалися жорсткі й еластичні ділянки, які картувалися синім і зеленим кольорами, що відповідало четвертому типу еластограми. Метастатичні пухлини яєчників відзначалися як структури високої жорсткості синього кольору – переважно п'ятий тип еластограми [60].

СЕГ у реальному часі створює можливість для визначення соноеластографічних ознак міометрія, міоми й аденоміозу, оскільки вони мають різні еластографічні характеристики й різний колір. Міоми здебільшого темніші, а аденоміоз яскравіший проти

Under these circumstances, the deformation coefficient (SR) has excellent diagnostic features at a threshold value of 3.02, providing sensitivity of 81.7%, specificity of 85%, positive prognostic value of 83.3% and negative prognostic value of 83.5% [53]. In the process of differential diagnosis of endometrial cancer and endometrial hyperplasia, M. Abdel Latif et al. found that at a threshold value of SR 7.2, SEG sensitivity and specificity were 92.3% and 100%, respectively [54]. In differential diagnosis of endometrial cancer and atypical endometrial hyperplasia, according to M. R. Metin et al., at SR 1.05, SEG sensitivity was 92.9%, specificity – 71.9%. [55].

SEG is considered as a supplementary technique of assessing the depth of invasion in the myometrium and cervical canal in case of endometrial cancer. V. Gazhonova et al. found that in the projection of the endometrium, corresponding to the tumor area of malignant origin, there was an area of uniformly high hardness, like in the area of muscular invasion of endometrial cancer [56]. However, according to M. Chekalov et al., high density in the process of SEG was detected only in single areas of the tumor and in the area of invasion in the myometrium, indicating the heterogeneity of its structure [57]. Including elastography in complete ultrasound significantly increases its informativeness in case of diagnosing endometrial cancer: the sensitivity of the technique was 87.8%, specificity – 86.9% [58].

R. Lu et al. note that SEG has a diagnostic value in differential diagnosis of benign and malignant lesions of the cervix [59].

Analyzing the potential of compression SEG and contrast-enhanced ultrasound in differential diagnosis of primary and metastatic ovarian tumors in patients with uterine cancer, some authors have shown that ultrasound can clearly detect tumors in non-enlarged ovaries and suspect metastases. In solid-cystic neoplasms, in cases of combined lesions, hard and elastic areas were equally visualized, which were mapped in blue and green, corresponding to type IV elastogram. Metastatic ovarian tumors have been reported as high-hardness blue structures, mainly type V elastogram [60].

Real-time SEG makes it possible to detect sonoelastographic signs of myometrium, myoma, and adenomyosis since they have different elastographic characteristics and different colors. Myomas are mainly darker while adenomyosis is brighter than the surrounding myometrium. Adenomyosis and fibroids differed in texture: fibroids were harder compared to adenomyosis [61]. B. Stoelinga et al. in a prospective diagnostic study pointed to a high degree probability of compression SEG as a supplementary technique to standard ultrasound in B-mode in the process of differential diagnosis of fibroids and adenomyosis, which corresponded to MRI findings [62].

Determining the myometrial stiffness in adenomyosis established threshold (34.6 kPa) and borderline value (45.4 kPa) of Young's module. At the same time, shear-wave SEG sensitivity and specificity in diagnosis of adenomyosis was 89.7% and 92.9%, respectively [63].

According to A.N Sench et al., SEG probably established greater stiffness of uterine myomas and adenomyosis

навколишнього міометрія. Аденоміоз і фіброми відрізнялися за текстурою: фіброми більш жорсткі проти аденоміозу [61]. В. Stoelinga et al. у проспективному діагностичному дослідженні зазначили на високий ступінь вірогідності компресійної СЕГ як додаткового методу до стандартного УЗД у В-режимі у процесі диференційної діагностики міоми й аденоміозу, що відповідало результатам МРТ [62].

Визначення жорсткості міометрія при аденоміозі встановило порогове (34,6 кПа) та граничне значення (45,4 кПа) модуля Юнга. Водночас чутливість і специфічність СЕГ зсувною хвилею в діагностиці аденоміозу складала 89,7 і 92,9%, відповідно [63].

На думку А. Н. Сенча та співавт., СЕГ вірогідно встановила більшу жорсткість міоми матки й ділянок аденоміозу, ніж у незміненому міометрії, тому ці методики можна використовувати в діагностиці патології міометрія з високим ступенем діагностичної точності. Проте дослідники наголошують на обмежених можливостях СЕГ під час диференційної діагностики аденоміозу й міоми матки [64].

Нещодавнє дослідження J. J. Li et al. діагностичної спроможності СЕГ зсувною хвилею при аденоміозі показало поліпшення точності діагностики, що на пряму впливало на успішність лікування жінок, які хочуть зачати дитину [65].

В іншому проспективному дослідженні за допомогою СЕГ оцінювали нормальну тканину матки, з огляду на вік, наявність міоми матки й аденоміоз. Деформації тканини вимірювали під час циклу стиснення у двох ділянках дослідження, які розміщувалися одна над іншою в передньому нижньому сегменті матки. Максимальне співвідношення деформації складало «віковий індекс», який вірогідно негативно корелював із віком жінок. Середні «індекси ураження» були вірогідно різними у групах міоми матки, аденоміозу й контрольної та складала 2,65, 0,44 і 1,19, відповідно [66].

Пілотне дослідження M. Zhang et al. можливостей трансвагінальної СЕГ зсувною хвилею не виявило вірогідних відмінностей у значеннях зсувної хвилі при аденоміозі й лейоміомі. Проте значення зсувної хвилі міометрія були вищими в матці з аденоміозом і лейоміомою проти матки з міометрієм, що ймовірно можна брати до уваги у разі оцінювання відповіді на лікування [67]. Своєчасне виявлення новоутворень міометрія, які останнім часом є поширеною патологією жіночої репродуктивної системи, є актуальною гінекологічною проблемою через її збільшення, можливість злякисності та рецидивування. Складність виявлення зазначеної патології, особливо їх сполученості, спрямовує на пошук нових алгоритмів діагностики патологічних процесів міометрія, метою чого зрештою є визначення персоналізованої тактики лікування хворих жінок. Останнім часом усе частіше застосовують можливості соноеластографії для якісного та кількісного оцінювання механічних властивостей тканин матки. Ультразвуковий аналіз картини еластичності патологічних і навколишніх тканин сприяє диференційній діагностиці, моніторингу лікування захворювань матки.

than in unchanged myometrium, so these techniques can be used in diagnosis of myometrial pathology with a high degree of diagnostic accuracy. However, researchers emphasize the limited capabilities of SEG in differential diagnosis of adenomyosis and uterine myomas [64].

A recent study of shear-wave SEG diagnostic potential carried out by J. J. Li et al. showed improved accuracy of diagnosis, which directly affected the success of treatment of women planning to conceive a child [65].

Another prospective study used SEG to assess normal uterine tissue taking into account age, uterine fibroids, and adenomyosis. Tissue deformities were measured during the compression cycle in two areas under study, which were placed one above another in the anterior lower segment of the uterus. The maximum deformation ratio formed “age index”, which probably correlated negatively with the age of women. The average “lesion indices” were significantly different in the groups of uterine fibroids, adenomyosis and control one: 2.65, 0.44 and 1.19, respectively [66].

The pilot study by M. Zhang et al. dealing with the potential of transvaginal shear-wave SEG did not reveal any significant differences in the values of shear wave in adenomyosis and leiomyoma. However, the values of the shear wave of the myometrium were higher in the uterus with adenomyosis and leiomyoma vs the uterus with myometrium, which can probably be taken into account when assessing the response to treatment [67]. Early detection of myometrial neoplasms, which have recently become a common pathology of the female reproductive system, is an urgent gynecological challenge due to its prevalence, malignancy and recurrence potential. The difficulty in revealing this pathology, especially in combination, initiates the search for new algorithms for diagnosing pathological processes of the myometrium aimed at ultimately determining the personalized strategy of treatment of female patients. Recently, sonoelastography potential has been increasingly used for qualitative and quantitative assessment of the mechanical properties of uterine tissues.

Ultrasound analysis of the pattern of elasticity of pathological and surrounding tissues contributes to differential diagnosis, monitoring of treatment of uterine diseases.

In spite of active exploring the technique potential in case of various diseases, one may point to the limited number of studies on the diagnosis of myometrial pathology. Especially, the lack of general standards of technique and interpretation of sonoelastography findings in the reproductive system pathology should be noted. We did not manage to find substantiated motivation of applying sonoelastography in gynecological pathology, only recommendations to use the method similarly to studying other organs.

Including sonoelastography data in grayscale diagnostic images is useful for differentiating leiomyoma, adenomyosis, and normal uterus, which results in increased accuracy and diagnostic consistency.

Попри активне вивчення можливостей методу в разі різних захворювань, можна зазначити на обмежену кількість досліджень щодо питань діагностики патології міометрія. Особливо хочеться зазначити брак загальних стандартів техніки проведення та інтерпретації отриманих результатів соноеластографії при патології репродуктивної системи. Ми не зустріли аргументованої мотивації застосування соноеластографії при гінекологічній патології, лише рекомендації застосовувати методику за аналогією з дослідженням інших органів.

Додавання даних соноеластографії до сірошкальних діагностичних зображень є корисним для диференціації лейоміоми, адеміозу та нормальної матки, що відбивається у підвищенні точності та діагностичній узгодженості.

ВИСНОВКИ

На сьогодні зазначається обмежена кількість досліджень щодо питань діагностики патології матки та брак загальних стандартів техніки проведення та інтерпретації отриманих результатів соноеластографії при патології репродуктивної системи. Додавання даних соноеластографії до сірошкальних діагностичних зображень є корисним для диференціації лейоміоми, адеміозу та нормальної матки, що відбивається у підвищенні точності та діагностичній узгодженості. Перспективність соноеластографії полягає в підвищенні точності діагностики, безпечності та доступності метода, невеликій вартості. Це сприяє можливості більш широкого впровадження методу в клінічну практику з метою отримання додаткової діагностичної інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Stewart E.A., Laughlin-Tommaso S.K., Catherino W.H., Lalitkumar S., Gupta D., Vollenhoven B. Uterine fibroids. *Nature reviews. Disease primers*. 2016. Vol. 2. 16043 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.43>
2. Sparic R., Mirkovic L., Malvasi A., Tinelli A. Epidemiology of Uterine Myomas: A Review. *International journal of fertility & sterility*. 2016. Vol. 9(4). P. 424–435. DOI: <https://doi.org/10.22074/ijfs.2015.4599>
3. Lisiecki M., Paszkowski M., Woźniak S. Fertility impairment associated with uterine fibroids – a review of literature. *Przegląd menopauzalny*. 2017. Vol. 16(4). P. 137–140. DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2017.72759>
4. Donnez J., Dolmans M. M. Uterine fibroid management: from the present to the future. *Human reproduction update*. 2016. Vol. 22(6). P. 665–686. DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmw023>
5. Tellum T., Nygaard S., Lieng M. Noninvasive Diagnosis of Adenomyosis: A Structured Review and Meta-analysis of Diagnostic Accuracy in Imaging. *Journal of minimally invasive gynecology*. 2020. Vol. 27(2). P. 408–418.e3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2019.11.001>

CONCLUSIONS

Up to date, there is a limited number of studies on diagnosing uterine pathology along with the lack of general standards of techniques for conducting and interpreting sonoelastography findings in the reproductive system pathology. Including sonoelastography data in grayscale diagnostic images is useful for differentiating leiomyoma, adenomyosis, and normal uterus, which results in increased accuracy and diagnostic consistency. The potential of sonoelastography consists in increasing the accuracy of diagnosis, safety and affordability of the method. This contributes to the possibility of wider implementation of the technique in clinical practice in order to obtain additional diagnostic information/

REFERENCES

1. Stewart EA, Laughlin-Tommaso SK, Catherino WH, Lalitkumar S, Gupta D, Vollenhoven B. Uterine fibroids. *Nature reviews. Disease primers*. 2016;2:16043. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.43>
2. Sparic R, Mirkovic L, Malvasi A, Tinelli A. Epidemiology of Uterine Myomas: A Review. *International journal of fertility & sterility*. 2016;9(4):424–35. (In English). DOI: <https://doi.org/10.22074/ijfs.2015.4599>
3. Lisiecki M, Paszkowski M, Woźniak S. Fertility impairment associated with uterine fibroids – a review of literature. *Przegląd menopauzalny*. 2017;16(4):137–40. (In English). DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2017.72759>
4. Donnez J, Dolmans MM. Uterine fibroid management: from the present to the future. *Human reproduction update*. 2016;22(6):665–86. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmw023>
5. Tellum T, Nygaard S, Lieng M. Noninvasive Diagnosis of Adenomyosis: A Structured Review and Meta-analysis of Diagnostic Accuracy in Imaging. *Journal of minimally invasive gynecology*. 2020;27(2):408–18.e3. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2019.11.001>

6. Chapron C., Vannuccini S., Santulli P., Abrão M. S., Carmona F., Fraser I. S. et al. Diagnosing adenomyosis: an integrated clinical and imaging approach. *Human reproduction update*. 2020. Vol. 26(3). P. 392–411. DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmz049>
7. Johnatty S. E., Stewart C. J. R., Smith D., Nguyen A., O'Dwyer J., O'Mara T. A. et al. Co-existence of leiomyomas, adenomyosis and endometriosis in women with endometrial cancer. *Scientific reports*. 2020. Vol. 10(1). 3621 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59916-1>
8. Poole E. M., Lin W. T., Kvaskoff M., De Vivo I., Terry K. L., Missmer S. A. Endometriosis and risk of ovarian and endometrial cancers in a large prospective cohort of U.S. nurses. *Cancer causes & control*. 2017. Vol. 28(5). P. 437–445. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10552-017-0856-4>
9. Abramowicz J. S. Obstetric ultrasound: where are we and where are we going? *Ultrasonography*. 2021. Vol. 40(1). P. 57–74. DOI: <https://doi.org/10.14366/usg.20088>
10. Sigrist R. M. S., Liao J., Kaffas A. E., Chammas M. C., Willmann J. K. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics*. 2017. Vol. 7. P. 1303–1329. DOI: <https://doi.org/10.7150/thno.18650>
11. Ozturk A., Grajo J. R., Dhyani M., Anthony B. W., Samir A. E. Principles of ultrasound elastography. *Abdominal radiology (NY)*. 2018. Vol. 43(4). P. 773–785. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1475-6>
12. Gennisson J. L., Deffieux T., Fink M., Tanter M. Ultrasound elastography: principles and techniques. *Diagnostic and interventional imaging*. 2013. Vol. 94(5). P. 487–495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.01.022>
13. Yin M., Venkatesh S. K. Ultrasound or MR elastography of liver: which one shall I use?. *Abdominal radiology (NY)*. 2018. Vol. 43(7). P. 1546–1551. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00261-017-1340-z>
14. Hawes R. H., Fockens P., Varadarajulu S. Endosonography. 4th ed. *Elsevier*. 2018. P. 2–12.
15. Shin B., Jeon S., Ryu J., Kwon H. J. Elastography for portable ultrasound. *Biomedical engineering letters*. 2017. Vol. 8(1). P. 101–116. DOI: <https://doi.org/10.1177/0161734617716938>
16. Sigrist R. M. S., Liao J., Kaffas A. E., Chammas M. C., Willmann J. K. Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications. *Theranostics*. 2017. Vol. 7(5). P. 1303–1329. DOI: <https://doi.org/10.7150/thno.18650>
17. Kim H. J., Kim S. M., Kim B., Yun B. L., Jang M., Ko Y. et al. Comparison of strain and shear wave elastography for qualitative and quantitative assessment of breast masses in the same population. *Scientific reports*. 2018. Vol. 8. 6197 p. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24377-0>
18. Dietrich C. F., Bibby E., Jenssen C., Saftoiu A., Iglesias-Garcia J., Havre R. F. EUS elastography: How to do it? *Endoscopic ultrasound*. 2018. Vol. 7(1). P. 20–28. DOI: https://doi.org/10.4103/eus.eus_49_17
6. Chapron C, Vannuccini S, Santulli P, Abrão M. S., Carmona F, Fraser IS et al. Diagnosing adenomyosis: an integrated clinical and imaging approach. *Human reproduction update*. 2020;26(3):392–411. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmz049>
7. Johnatty SE, Stewart CJR, Smith D, Nguyen A, O'Dwyer J, O'Mara TA et al. Co-existence of leiomyomas, adenomyosis and endometriosis in women with endometrial cancer. *Scientific reports*. 2020;10(1):3621. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59916-1>
8. Poole EM, Lin WT, Kvaskoff M, De Vivo I, Terry KL, Missmer SA. Endometriosis and risk of ovarian and endometrial cancers in a large prospective cohort of U.S. nurses. *Cancer causes & control*. 2017;28(5):437–45. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10552-017-0856-4>
9. Abramowicz JS. Obstetric ultrasound: where are we and where are we going?. *Ultrasonography*. 2021;40(1):57–74. (In English). DOI: <https://doi.org/10.14366/usg.20088>
10. Sigrist RMS, Liao J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics*. 2017;7:1303–29. (In English). DOI: <https://doi.org/10.7150/thno.18650>
11. OzturkA, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of ultrasound elastography. *Abdominal radiology (NY)*. 2018;43(4):773–85. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1475-6>
12. Gennisson JL, Deffieux T, Fink M, Tanter M. Ultrasound elastography: principles and techniques. *Diagnostic and interventional imaging*. 2013;94(5):487–95. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.01.022>
13. Yin M, Venkatesh SK. Ultrasound or MR elastography of liver: which one shall I use?. *Abdominal radiology (NY)*. 2018;43(7):1546–51. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00261-017-1340-z>
14. Hawes RH, Fockens P, Varadarajulu S. Endosonography. 4th ed. *Elsevier*. 2018;2–12. (In English).
15. Shin B, Jeon S, Ryu J, Kwon HJ. Elastography for portable ultrasound. *Biomedical engineering letters*. 2017;8(1):101–16. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1177/0161734617716938>
16. Sigrist RMS, Liao J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications. *Theranostics*. 2017;7(5):1303–29. (In English). DOI: <https://doi.org/10.7150/thno.18650>
17. Kim HJ, Kim SM, Kim B, Yun BL, Jang M, Ko Y et al. Comparison of strain and shear wave elastography for qualitative and quantitative assessment of breast masses in the same population. *Scientific reports*. 2018;8:6197. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24377-0>
18. Dietrich CF, Bibby E, Jenssen C, Saftoiu A, Iglesias-Garcia J, Havre RF. EUS elastography: How to do it? *Endoscopic ultrasound*. 2018;7(1):20–8. (In English). DOI: https://doi.org/10.4103/eus.eus_49_17

19. Митьков В. В., Митькова М. Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015. № 2. С 94–108.
20. Mulazzani L., Cantisani V., Piscaglia F. Different techniques for ultrasound liver elastography. *Journal of hepatology*. 2019. Vol. 70(3). P. 545–547. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.10.012>
21. Yoo J., Lee J. M., Joo I., Yoon J. H. Assessment of liver fibrosis using 2-dimensional shear wave elastography: a prospective study of intra- and inter-observer repeatability and comparison with point shear wave elastography. *Ultrasonography*. 2020. Vol. 39. P. 52–59. DOI: <https://doi.org/10.14366/usg.19013>
22. Ryo E. Real-time tissue elastography in gynecology and obstetrics. *Donald School Journal of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2014. Vol. 8(4). P. 428–436. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10009-1382>
23. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J., Bojunga J., Correas J. M., Gilja O. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. part 2: clinical applications. *Ultraschall in der Medizin*. 2013. Vol. 34. P. 238–253. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1335375>
24. Carlson L. C., Feltovich H., Palmeri M. L., Dahl J. J., Munoz del Rio A., Hall T. J. Estimation of shear wave speed in the human uterine cervix. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*. 2014. Vol. 43(4). P. 452–458. DOI: <https://doi.org/10.1002/uog.12555>
25. Hernandez-Andrade E., Auriolles-Garibay A., Garcia M., Korzeniewski S. J., Schwartz A. G., Ahn H. et al. Effect of depth on shear-wave elastography estimated in the internal and external cervical os during pregnancy. *Journal of perinatal medicine*. 2014. Vol. 42(5). P. 549–557. DOI: <https://doi.org/10.1515/jpm-2014-0073>
26. Carlson L. C., Hall T. J., Rosado-Mendez I. M., Mao L., Feltovich H. Quantitative assessment of cervical softening during pregnancy with shear wave elasticity imaging: an in vivo longitudinal study. *Interface Focus*. 2019. Vol. 9(5). 20190030 p. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0030>
27. Краснова И. А., Шишкина Т. Ю., Аксенова В. Б. Ультразвуковая эластография – критерии диагностики трубной беременности. *Ультразвуковая функциональная диагностика*. 2017. № 3. С. 32–46.
28. Гажонова В.Е., Чуркина С.О., Титов Д.С., Маркова С.С., Зубарев А. В. Ранняя диагностика внематочной беременности с помощью инновационной технологии соноэластографии. *КМКВ*. 2018. № 4. С. 142–146. DOI: <https://doi.org/10.26269/qy9t-7051>
29. Phatak S., Shrivastav D., Marfani G., Daga S., Madurwar K., Samad S. Transvaginal sonography and elastography evaluation of ectopic pregnancy. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University*. 2019. Vol. 14. P. 86–89. DOI: https://doi.org/10.4103/jdmimsu.jdmimsu_13_19
30. Akbas M., Mumtaz Koyuncu F. The Utility of Myometrial and Cervical Ultrasound Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Ectopic Pregnancy. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2015;2:94–108. (In Russian).
20. Mulazzani L., Cantisani V., Piscaglia F. Different techniques for ultrasound liver elastography. *Journal of hepatology*. 2019;70(3):545–7. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.10.012>
21. Yoo J, Lee JM, Joo I, Yoon JH. Assessment of liver fibrosis using 2-dimensional shear wave elastography: a prospective study of intra- and inter-observer repeatability and comparison with point shear wave elastography. *Ultrasonography*. 2020;39:52–9. (In English). DOI: <https://doi.org/10.14366/usg.19013>
22. Ryo E. Real-time tissue elastography in gynecology and obstetrics. *Donald School Journal of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2014;8(4):428–36. (In English). DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10009-1382>
23. Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correas JM, Gilja O et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. part 2: clinical applications. *Ultraschall in der Medizin*. 2013;34:238–53. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1335375>
24. Carlson LC, Feltovich H, Palmeri ML, Dahl JJ, Munoz del Rio A, Hall TJ. Estimation of shear wave speed in the human uterine cervix. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*. 2014;43(4):452–8. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/uog.12555>
25. Hernandez-Andrade E, Auriolles-Garibay A, Garcia M, Korzeniewski SJ, Schwartz AG, Ahn H et al. Effect of depth on shear-wave elastography estimated in the internal and external cervical os during pregnancy. *Journal of perinatal medicine*. 2014;42(5):549–57. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1515/jpm-2014-0073>
26. Carlson LC, Hall TJ, Rosado-Mendez IM, Mao L, Feltovich H. Quantitative assessment of cervical softening during pregnancy with shear wave elasticity imaging: an in vivo longitudinal study. *Interface Focus*. 2019;9(5):20190030. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0030>
27. Krasnova IA, Shishkina TYu, Aksenova VB. Ultrasound elastography – criteria for the diagnosis of tubal pregnancy. *Ultrasound functional diagnostics*. 2017;3:32–46. (In Russian).
28. Gazhonova VE, Churkina SO, Titov DS, Markova SS, Zubarev AV. Early diagnosis of ectopic pregnancy using innovative sonoelastography technology. *KMKV*. 2018;4:142–6. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.26269/qy9t-7051>
29. Phatak S, Shrivastav D, Marfani G, Daga S, Madurwar K, Samad S. Transvaginal sonography and elastography evaluation of ectopic pregnancy. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University*. 2019;14:86–9. (In English). DOI: https://doi.org/10.4103/jdmimsu.jdmimsu_13_19
30. Akbas M, Mumtaz Koyuncu F. The Utility of Myometrial and Cervical Ultrasound Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Ectopic Pregnancy.

- Ultrasound in Medicine & Biology*. 2020. Vol. 46(9). P. 2215–2221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.04.035>
31. di Pasquo E., Kiener A. J. O., DallAsta A., Commare A., Angeli L., Frusca T. et al. Evaluation of the uterine scar stiffness in women with previous Cesarean section by ultrasound elastography: A cohort study. *Clinical imaging*. 2020. Vol. 64. P. 53–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.03.006>
 32. Приходько А. М., Баев О. Р., Луньков С. С., Еремина О. В., Гус А. И. Оценка матки с помощью компрессионной эластографии после самопроизвольных родов и операции кесарева сечения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2018. № 4. С. 65–76.
 33. Seliger G., Chaoui K., Lautenschläger C., Jenderka K. V., Kunze C., Hiller G. G. R. et al. Ultrasound elastography of the lower uterine segment in women with a previous cesarean section: Comparison of in-/ex-vivo elastography versus tensile-stress-strain-rupture analysis. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2018. Vol. 225. P. 172–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2018.04.013>
 34. Herek D., Karabulut A., Agladioglu K. Usefulness of transabdominal real-time sonoelastography in the evaluation of ovarian lesions: preliminary results. *The British journal of radiology*. 2016. Vol. 89(1065). 20160173 p. DOI: <https://doi.org/10.1259/bjr.20160173>
 35. Xie M., Zhang X., Jia Z., Ren Y., Wang W. Elastography, a sensitive tool for the evaluation of neoadjuvant chemotherapy in patients with high-grade serous ovarian carcinoma. *Oncology letters*. 2014. Vol. 8(4). P. 1652–1656. DOI: <https://doi.org/10.3892/ol.2014.2346>
 36. Batur A., Yavuz A., Ozgokce M., Bora A., Bulut M. D., Arslan H. et al. The utility of ultrasound elastography in differentiation of endometriomas and hemorrhagic ovarian cysts. *Journal of medical ultrasonics* (2001). 2016. Vol. 43(3). P. 395–400. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10396-016-0701-5>
 37. Барінова Е. В., Чекалова М. А., Паниченко І. В. Применение соноэластографии как уточняющего метода в диагностике рака шейки матки. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2014. С. 170–171.
 38. Головки Т. С., Иванкова В. С., Бакай О. А. Применение эластографии для мониторинга эффективности консервативной терапии рака шейки матки. *Український радіологічний журнал*. 2015. № 23(1). С. 51–56.
 39. Кряжева В. С., Чекалова М. А. Применение эластографии в оценке эффективности лучевой терапии в больных раком шейки матки. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2018. № 1(4). С. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2018-1-4-60-66>
 40. Горбушина Т. Е., Астафьева О. В. Возможности компрессионной эластографии в диагностике инвазивного роста рака шейки матки в мочевого
 - Ultrasound in Medicine & Biology*. 2020;46(9):2215–21. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.04.035>
 31. di Pasquo E, Kiener AJO, DallAsta A, Commare A, Angeli L, Frusca T et al. Evaluation of the uterine scar stiffness in women with previous Cesarean section by ultrasound elastography: A cohort study. *Clinical imaging*. 2020;64:53–6. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.03.006>
 32. Prikhodko AM, Baev OR, Lunikov SS, Eremina OV, Gus AI. Evaluation of the uterus using compression elastography after spontaneous delivery and cesarean section. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2018;4:65–76. (In Russian).
 33. Seliger G, Chaoui K, Lautenschläger C, Jenderka KV, Kunze C, Hiller GGR et al. Ultrasound elastography of the lower uterine segment in women with a previous cesarean section: Comparison of in-/ex-vivo elastography versus tensile-stress-strain-rupture analysis. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2018;225:172–80. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2018.04.013>
 34. Herek D, Karabulut A, Agladioglu K. Usefulness of transabdominal real-time sonoelastography in the evaluation of ovarian lesions: preliminary results. *The British journal of radiology*. 2016;89(1065):20160173. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1259/bjr.20160173>
 35. Xie M, Zhang X, Jia Z, Ren Y, Wang W. Elastography, a sensitive tool for the evaluation of neoadjuvant chemotherapy in patients with high-grade serous ovarian carcinoma. *Oncology letters*. 2014;8(4):1652–6. (In English). DOI: <https://doi.org/10.3892/ol.2014.2346>
 36. Batur A, Yavuz A, Ozgokce M, Bora A, Bulut MD, Arslan H et al. The utility of ultrasound elastography in differentiation of endometriomas and hemorrhagic ovarian cysts. *Journal of medical ultrasonics* (2001). 2016;43(3):395–400. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10396-016-0701-5>
 37. Barinova EV, Chekalova MA, Panichenko IV. Application of sonoelastography as a clarifying method in the diagnosis of cervical cancer. *Russian electronic journal of radiation diagnostics*. 2014;170–1. (In Russian).
 38. Golovko TS, Ivankova VS, Bakai OA Application of elastography for monitoring the effectiveness of conservative therapy for cervical cancer. *Ukrainian Radiological Journal*. 2015;23(1):51–6. (In Russian).
 39. Kryazheva VS, Chekalova MA. Application of elastography in assessing the effectiveness of radiation therapy in patients with cervical cancer. *Journal of Oncology: Radiation Diagnostics, Radiation Therapy*. 2018;1(4):60–6. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2018-1-4-60-66>
 40. Gorbushina TE, Astafieva OV. Possibilities of compression elastography in the diagnosis of invasive growth of cervical cancer into the bladder (clinical case). *Medical imaging*. 2015;5:137–40. (In Russian).

- пузырь (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация*. 2015. № 5. С. 137–140.
41. Mabuchi S., Sasano T., Kurado H., Takahashi R., Nakagawa S., Kimura T. Real-time tissue sonoelastography for early response monitoring in cervical cancer patients treated with definitive chemoradiotherapy: preliminary results. *Journal of medical ultrasonics*. 2015. Vol. 42(3). P. 379–385. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10396-015-0616-6>
 42. Диомидова В. Н., Захарова О. В., Петрова О. В. Эластография сдвиговой волной в оценке эндометрия и миометрия в здоровых женщин репродуктивного возраста. *Медицинская визуализация*. 2015. № 5. С. 51–56.
 43. Митьков В. В., Хуако С. А., Саркисов С. Э., Митькова М. Д. Количественная оценка эластичности миометрия в норме. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2011. № 5. С. 14–19.
 44. Zhang X., Zhou B., VanBuren W. M., Burnett T. L., Knudsen J. M. Transvaginal Ultrasound Vibro-elastography for Measuring Uterine Viscoelasticity: A Phantom Study. *Ultrasound in medicine & biology*. 2019. Vol. 45(2). P. 617–622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.10.009>
 45. Митьков В. В., Хуако С. А., Саркисов С. Э., Митькова М. Д. Возможности эластографии и эластометрии сдвиговой волны в диагностике аденомиоза. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2011. № 6. С. 22–28.
 46. Preis K., Zielinska K., Swiatkowska-Freund M., Wydra D., Kobierski J. The role of elastography in the differential diagnosis of endometrial pathologies, preliminary. *Ginekologia polska*. 2011. Vol. 82. P. 494–497.
 47. Белозерова И., Халмухамедова А., Мазаева И., Калашникова Е., Фидлер Н., Гажонова В. Диагностика заболеваний эндометрия с помощью компрессионной ультразвуковой эластографии при сопутствующей патологии миометрия. *КМКВ*. 2017. № 3. С. 45–51.
 48. Gultekin I. B., Imamoglu G. I., Turgal M., Gultekin S., Öcal F. D., Alkan A., Kucukozkan T. Elastosonographic evaluation of patients with a sonographic finding of thickened endometrium. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2016. Vol. 198. P. 105–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2016.01.017>
 49. Marfani G., Phatak S. V., Madurwar K. A., Samad S. Role of sonoelastography in diagnosing endometrial lesions: Our initial experience. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University*. 2019. Vol. 14. P. 31–35. DOI: https://doi.org/10.4103/jdmimsu.jdmimsu_89_18
 50. Woźniak S. The potential role of elastography in differentiating between endometrial polyps and submucosal fibroids: a preliminary study. *Przegląd menopauzalny*. 2015. Vol. 14(2). P. 130–133. DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2015.52123>
 51. Czuczwar P., Wozniak S., Szkodziak P., Kudla M. J., Pyra K., Paszkowski T. Elastography Improves the
 41. Mabuchi S., Sasano T., Kurado H., Takahashi R., Nakagawa S., Kimura T. Real-time tissue sonoelastography for early response monitoring in cervical cancer patients treated with definitive chemoradiotherapy: preliminary results. *Journal of medical ultrasonics*. 2015;42(3):379–85. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10396-015-0616-6>
 42. Diomidova VN, Zakharova OV, Petrova OV. Shear wave elastography in the assessment of endometrium and myometrium in healthy women of reproductive age. *Medical imaging*. 2015;5:51–6. (In Russian).
 43. Mitkov VV, Huako SA, Sarkisov SE, Mitkova MD. Quantitative assessment of the elasticity of the myometrium in normal conditions. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2011;5:14–9. (In Russian).
 44. Zhang X, Zhou B, VanBuren WM, Burnett TL, Knudsen JM. Transvaginal Ultrasound Vibro-elastography for Measuring Uterine Viscoelasticity: A Phantom Study. *Ultrasound in medicine & biology*. 2019;45(2):617–22. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.10.009>
 45. Mitkov VV, Huako SA, Sarkisov SE, Mitkova MD. Possibilities of shear wave elastography and elastometry in the diagnosis of adenomyosis. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2011;6:22–8. (In Russian).
 46. Preis K, Zielinska K, Swiatkowska-Freund M, Wydra D, Kobierski J. The role of elastography in the differential diagnosis of endometrial pathologies, preliminary. *Ginekologia polska*. 2011;82:494–7. (In English).
 47. Belozerova I, Khalmukhamedova A, Mazaeva I, Kalashnikova E, Fidler N, Gajonova V. Diagnosis of endometrial diseases using compression ultrasound elastography with concomitant myometrial pathology. *КМКВ*. 2017;3:45–51. (In Russian).
 48. Gultekin IB, Imamoglu GI, Turgal M, Gultekin S, Öcal FD, Alkan A, Kucukozkan T. Elastosonographic evaluation of patients with a sonographic finding of thickened endometrium. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2016;198:105–9. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2016.01.017>
 49. Marfani G, Phatak SV, Madurwar KA, Samad S. Role of sonoelastography in diagnosing endometrial lesions: Our initial experience. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University*. 2019;14:31–5. (In English). DOI: https://doi.org/10.4103/jdmimsu.jdmimsu_89_18
 50. Woźniak S. The potential role of elastography in differentiating between endometrial polyps and submucosal fibroids: a preliminary study. *Przegląd menopauzalny*. 2015;14(2):130–3. (In English). DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2015.52123>
 51. Czuczwar P, Wozniak S, Szkodziak P, Kudla MJ, Pyra K, Paszkowski T. Elastography Improves the Diagnostic Accuracy of Sonography in Differentiating Endometrial Polyps and Submucosal Fibroids. *Journal of ultrasound in medicine*. 2016; 35(11):2389–95. (In English). DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.15.12017>

- Diagnostic Accuracy of Sonography in Differentiating Endometrial Polyps and Submucosal Fibroids. *Journal of ultrasound in medicine*. 2016. Vol. 35(11). P. 2389–2395. DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.15.12017>
52. Omari E. A., Varghese T., Kliewer M. A., Harter J., Hartenbach E. M. Dynamic and quasi-static mechanical testing for characterization of the viscoelastic properties of human uterine tissue. *Journal of biomechanics*. 2015. Vol. 48(10). P. 1730–1736. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.05.013>
53. Che D., Wei H., Yang Z., Zhang Y., Ma S., Zhou X. Application of transvaginal sonographic elastography to distinguish endometrial cancer from benign masses. *American journal of translational research*. 2019. Vol. 11(2). P. 1049–1057.
54. Abdel Latif M., Shady M., Nabil H., Mesbah Y. Trans-vaginal sono-elastography in the differentiation of endometrial hyperplasia and endometrial carcinoma. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2016. Vol. 47. P. 1123–1131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2016.04.021>
55. Metin M. R., Aydın H., Ünal Ö., Akçay Y., Duymuş M., Türkyılmaz E., Avcu S. Differentiation between endometrial carcinoma and atypical endometrial hyperplasia with transvaginal sonographic elastography. *Diagnostic and interventional imaging*. 2016. Vol. 97. P. 425–431. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.11.007>
56. Гажонова В., Чуркина С., Хохлова Е., Панфилова Е., Лукьянова Е., Андрияничева Е., Зубарев А. Клиническое применение нового метода соноэластографии в гинекологии. *КМКВ*. 2014. № 2. С. 18–23.
57. Чекалова М. А., Колпакова М. Н., Нечушкина В. М. Современные возможности в ультразвуковой томографии для уточнения глубины инвазии в миометрии и перехода ее на шейку матки у больных раком тела матки. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2017. № 13(1). С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2017-13-1-41-48>
58. Гажонова В. Е., Белозерова И. С., Воронцова Н. А. Соноэластография в диагностике рака эндометрия. *Акушерство и гинекология*. 2014. № 1. 54 с.
59. Lu R., Xiao Y., Liu M., Shi D. Ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lesions. *Journal of ultrasound in medicine*. 2014. Vol. 33. P. 667–671. DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.33.4.667>
60. Чекалова М. А., Борисова М. И. Опыт использования компрессионной эластографии и контрастно-усиленного ультразвукового исследования при дифференциальной диагностике первичных и метастатических опухолей яичников у больных раком тела матки. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2019. № 15(3). С. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2019-15-3-14-23>
61. Stoelinga B., Hehenkamp W. J., Brölmann H. A., Huirne J. A. Real-time elastography for assessment of uterine disorders. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*. 2014. Vol. 43. P. 218–226. DOI: <https://doi.org/10.1002/uog.12519>
52. Omari EA, Varghese T, Kliewer MA, Harter J, Hartenbach EM. Dynamic and quasi-static mechanical testing for characterization of the viscoelastic properties of human uterine tissue. *Journal of biomechanics*. 2015;48(10):1730–6. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.05.013>
53. Che D, Wei H, Yang Z, Zhang Y, Ma S, Zhou X. Application of transvaginal sonographic elastography to distinguish endometrial cancer from benign masses. *American journal of translational research*. 2019;11(2):1049–57. (In English).
54. Abdel Latif M, Shady M, Nabil H, Mesbah Y. Trans-vaginal sono-elastography in the differentiation of endometrial hyperplasia and endometrial carcinoma. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2016;47:1123–31. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2016.04.021>
55. Metin MR, Aydın H, Ünal Ö, Akçay Y, Duymuş M, Türkyılmaz E, Avcu S. Differentiation between endometrial carcinoma and atypical endometrial hyperplasia with transvaginal sonographic elastography. *Diagnostic and interventional imaging*. 2016;97:425–31. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.11.007>
56. Gazhonova V, Churkina S, Khokhlova E, Panfilova E, Lukyanova E, Andriyanicheva E, Zubarev A. *Clinical application of a new method of sonoelastography in gynecology*. KMKV. 2014;2:18–23. (In Russian).
57. Chekalova MA, Kolpakova MN, Nechushkina VM. Modern possibilities in ultrasound tomography to clarify the depth of invasion into the myometrium and its transition to the cervix in patients with uterine cancer. *Tumors of the female reproductive system*. 2017;3(1):41–8. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2017-13-1-41-48>
58. Gazhonova VE, Belozeroва IS, Vorontsova NA. Sonoelastography in the diagnosis of endometrial cancer. *Obstetrics and gynecology*. 2014;1:54. (In Russian).
59. Lu R, Xiao Y, Liu M, Shi D. Ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lesions. *Journal of ultrasound in medicine*. 2014;33:667–71. (In English). DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.33.4.667>
60. Chekalova MA, Borisova MI. Experience of using compression elastography and contrast-enhanced ultrasound examination in differential diagnosis of primary and metastatic ovarian tumors in patients with uterine cancer. *Tumors of the female reproductive system*. 2019;15(3):14–23. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2019-15-3-14-23>
61. Stoelinga B, Hehenkamp WJ, Brölmann HA, Huirne JA. Real-time elastography for assessment of uterine disorders. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*. 2014;43:218–26. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/uog.12519>
62. Stoelinga B, Hehenkamp WJK, Nieuwenhuis LL, Conijn MMA et al. Accuracy and Reproducibility of Sonoelastography for the Assessment of Fibroids and Adenomyosis, with Magnetic Reso-

62. Stoelinga B., Hehenkamp W. J. K., Nieuwenhuis L. L., Conijn M. M. A. et al. Accuracy and Reproducibility of Sonoelastography for the Assessment of Fibroids and Adenomyosis, with Magnetic Resonance Imaging as Reference Standard. *Ultrasound in medicine & biology*. 2018. Vol. 44(8). P. 1654–1663. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.03.027>
63. Acar S., Millar E., Mitkova M., Mitkov V. Value of ultrasound shear wave elastography in the diagnosis of adenomyosis. *Ultrasound*. 2016. Vol. 24(4). P. 205–213. DOI: <https://doi.org/10.1177/1742271X16673677>
64. Сенча А. Н., Кондратович Л. М., Быков А. Г., Адамян Л. В. Ультразвуковая эластография в диагностике аденомиоза. *Акушерство и гинекология*. 2020. № 3. С. 86–98. DOI: <https://doi.org/10.18565/aig.2020.3.86-99>
65. Li J. J., Chung J. P. W., Wang S., Li T. C., Duan H. The Investigation and Management of Adenomyosis in Women Who Wish to Improve or Preserve Fertility. *BioMed research international*. 2018. Vol. 2018. 6832685 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/6832685>
66. Frank M. L., Schäfer S. D., Möllers M., Falkenberg M. K., Braun J., Möllmann U. et al. Importance of Transvaginal Elastography in the Diagnosis of Uterine Fibroids and Adenomyosis. Stellenwert der transvaginalen Elastografie in der Diagnose von uterinen Myomen und Adenomyose. *Ultraschall in der Medizin*. 2016. Vol. 37(4). P. 373–378. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1553266>
67. Zhang M., Wasnik A. P., Masch W. R., Rubin J. M., Carlos R. C., Quint E. H. et al. Transvaginal Ultrasound Shear Wave Elastography for the Evaluation of Benign Uterine Pathologies: A Prospective Pilot Study. *Journal of ultrasound in medicine*. 2019. Vol. 38(1). P. 149–155. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14676>
- nance Imaging as Reference Standard. *Ultrasound in medicine & biology*. 2018;44(8):1654–63. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.03.027>
63. Acar S, Millar E, Mitkova M, Mitkov V. Value of ultrasound shear wave elastography in the diagnosis of adenomyosis. *Ultrasound*. 2016;24(4):205–13. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1177/1742271X16673677>
64. Sencha AN, Kondratovich LM, Bykov AG, Adamyan LV. Ultrasound elastography in the diagnosis of adenomyosis. *Obstetrics and gynecology*. 2020;3:86–98. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18565/aig.2020.3.86-99>
65. Li JJ, Chung JPW, Wang S, Li TC, Duan H. The Investigation and Management of Adenomyosis in Women Who Wish to Improve or Preserve Fertility. *BioMed research international*. 2018;2018:6832685. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/6832685>
66. Frank ML, Schäfer SD, Möllers M, Falkenberg MK, Braun J, Möllmann U et al. Importance of Transvaginal Elastography in the Diagnosis of Uterine Fibroids and Adenomyosis. Stellenwert der transvaginalen Elastografie in der Diagnose von uterinen Myomen und Adenomyose. *Ultraschall in der Medizin*. 2016;37(4):373–8. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1553266>
67. Zhang M, Wasnik AP, Masch WR, Rubin JM, Carlos RC, Quint EH et al. Transvaginal Ultrasound Shear Wave Elastography for the Evaluation of Benign Uterine Pathologies: A Prospective Pilot Study. *Journal of ultrasound in medicine*. 2019;38(1):149–55. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14676>

Перспективи подальших досліджень

Перспективність соноеластографії полягає в підвищенні точності діагностики унаслідок якісного та кількісного оцінювання тканини міометрія. Цей неінвазивний метод візуалізації відзначається безпечністю, доступністю та невеликою вартістю, що дає змогу виявити причину гінекологічної проблеми, уникнувши інвазивних діагностичних процедур, а також сприяє можливості більш широкого впровадження методу в клінічну практику з метою отримання додаткової діагностичної інформації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Інформація про фінансування

Фінансування видатками Державного бюджету України.

Prospects for further research

The potential of sonoelastography consists in increasing the accuracy of diagnosis due to qualitative and quantitative assessment of myometrial tissue. This non-invasive imaging method is characterized by safety, availability and affordability, which makes it possible to reveal the cause of gynecological pathology, avoiding invasive diagnostic procedures, as well as it contributes to the possibility of wider implementation of the technique in clinical practice in order to obtain additional diagnostic information.

Conflict of interest

The authors state no conflict of interest.

Funding information

Funded by the State Budget of Ukraine.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Шармазанова Олена Петрівна – професор кафедри променевої діагностики, завідувачка кафедри променевої діагностики Харківської медичної академії післядипломної освіти; вул. Амосова, буд. 58, м. Харків, Україна, 61176;

e-mail: olena.sharm@gmail.com

тел. +38 (097) 615-60-36

***Внесок автора:** планування експерименту та допомога у підготовці статті до друку.*

Сафонова Інесса Миколаївна – професор кафедри променевої діагностики Харківської медичної академії післядипломної освіти, вул. Амосова, буд. 58, м. Харків, Україна, 61176.;

e-mail: inessa7799@gmail.com

тел. +38 (050) 522-59-89

***Внесок автора:** узагальнення результатів отриманих даних та підготовка статті до друку.*

Мітякова Юлія Сергіївна – аспірант кафедри променевої діагностики, лікар УЗД ФОП «Белодед», вул. Лісопаркова, буд. 2, м. Харків, Україна, 61070;

e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

тел.+38 (063) 251-35-12

***Внесок автора:** отримання результатів проведеного дослідження та обробка отриманих результатів з подальшою підготовкою статті до друку.*

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sharmazanova Olena Petrivna – Professor of Diagnostic Radiology Department, Head of Diagnostic Radiology Department of Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education; 58, Amosova Str., Kharkiv, Ukraine, 61176;

e-mail: olena.sharm@gmail.com

ph: + 38 (097) 615-60-36

***Author's contribution:** planning the experiment and additional assistance in subediting.*

Safonova Inessa Mikolaivna – Professor of Diagnostic Radiology Department of Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, 58, Amosova Str., Kharkiv, Ukraine, 61176;

e-mail: inessa7799@gmail.com

ph: + 38 (050) 522-59-89

***Author's contribution:** summarizing the results of the obtained data and subediting.*

Mitiakova Yuliia Serhiivna – Postgraduate of Diagnostic Radiology Department, Ultrasonographer at Beloded sole proprietor, 2, Lesoparkova Str., Kharkiv, Ukraine, 61070;

e-mail: diagnost-uzi@ukr.net

ph: + 38 (063) 251-35-12

***Author's contribution:** obtaining the study results and processing the results for further subediting.*