

DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2026.225-239>
УДК: 618.14-006.6-089:616-056.257



Особливості лапароскопічного ICG картування сторожових лімфатичних вузлів при ранньому раку ендометрія за наявності ожиріння

Гладчук І.З.¹, <https://orcid.org/0000-0003-2926-4125>, e-mail: igor.gladchuk@gmail.com
Кір'якова Д.А.¹, <https://orcid.org/0009-0002-6709-0568>, e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com
Сідак О.Є.^{1,2}, <https://orcid.org/0009-0008-4095-5449>, e-mail: alexeysidak@gmail.com
Герасименко О.С.³, <https://orcid.org/0000-0002-0039-5757>, e-mail: oleh.herasymenko@onmedu.edu.ua
Запорожан В.М.¹, <https://orcid.org/0000-0002-8387-3741>, e-mail: zaporozhan.v@ukr.net

¹Одеський національний медичний університет

Міністерства охорони здоров'я України, Одеса, Україна

²Комунальне підприємство «Криворізький онкологічний диспансер»

Дніпропетровської обласної ради, Кривий Ріг, Україна

³Військово-медичний клінічний центр Південного регіону

Міністерства оборони України, Одеса, Україна

Features of laparoscopic ICG mapping of sentinel lymph nodes in early endometrial cancer in patients with obesity

Gladchuk I.Z.¹, <https://orcid.org/0000-0003-2926-4125>, e-mail: igor.gladchuk@gmail.com
Kiriakova D.A.¹, <https://orcid.org/0009-0002-6709-0568>, e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com
Sidak O.Ye.^{1,2}, <https://orcid.org/0009-0008-4095-5449>, e-mail: alexeysidak@gmail.com
Herasymenko O.S.³, <https://orcid.org/0000-0002-0039-5757>, e-mail: oleh.herasymenko@onmedu.edu.ua
Zaporozhan V.M.¹, <https://orcid.org/0000-0002-8387-3741>, e-mail: zaporozhan.v@ukr.net

¹Odesa National Medical University

of the Ministry of Health of Ukraine, Odesa, Ukraine

²Municipal Enterprise «Kryvyi Rih Oncology Dispensary»
of Dnipropetrovsk Regional Council, Kryvyi Rih, Ukraine

³Military Medical Clinical Center of the Southern Region
of the Ministry of Defence of Ukraine, Odesa, Ukraine

Ключові слова:

рак ендометрія, сторожовий лімфатичний вузол, індекс маси тіла, індоціанін зелений.

Для кореспонденції:

Кір'якова Дар'я Андріївна
Одеський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, кафедра акушерства та гінекології;
вул. Пастера, буд. 9, м. Одеса, Україна, 65082;
e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com

© Гладчук І.З., Кір'якова Д.А.,
Сідак О.Є., Герасименко О.С.,
Запорожан В.М., 2026

РЕЗЮМЕ

Актуальність. Рак ендометрія посідає одне з перших місць серед злоякісних новоутворень жіночої репродуктивної системи. У сучасній онкогінекології картування сторожових лімфатичних вузлів дедалі ширше застосовується як альтернатива системній тазовій лімфаденектомії. Ожиріння є частою супутньою патологією у хворих на рак ендометрія, його виявляють щонайменше у 60% пацієнток.

Мета роботи – вивчити особливості детекції сторожових лімфатичних вузлів у хворих із ранніми стадіями раку ендометрія з використанням індоціанін-зеленого-барвника та лапароскопічної камери у режимі ближнього інфрачервоного випромінювання у пацієнток з ожирінням з метою підвищення ефективності процедури.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективне когортне дослідження на базі гінекологічного відділення Багатопрофільного медичного центру Одеського національного медичного університету в період з 2018 по 2025 роки, в яке було включено 80 пацієнток з раком ендометрія низького та проміжного ризиків метастазування, які перенесли лапароскопічну гістеректомію з білатеральною сальпінгофоректомією та біопсією сторожових лімфовузлів, які були ідентифіковані за допомогою підслизової інтрацервікальної ін'єкції розчину індоціаніну зеленого. Пацієнток було розподілено на дві групи залежно від індексу маси тіла: <30 кг/м² та ≥30 кг/м².

Результати. У групі з ожирінням достовірно частіше реєструвалася відсутність виявлення сторожових лімфовузлів (35,5% проти 10,3%; $p=0,017$), що зумовило зниження загальної успішності процедури на 26% порівняно з пацієнтками з нижчим індексом маси тіла. Білатеральне виявлення сторожових лімфовузлів становило 50,5% у групі ожиріння проти 60,2% у групі без ожиріння. Середній час

оперативного втручання був достовірно довшим у пацієнок з підвищеною масою тіла ($108,0 \pm 11,6$ хв. проти $88,5 \pm 8,8$ хв; $p < 0,001$). Застосування техніки парціальної заочеревинної дисекції підвищило частоту успішного картування з 56,0% до 72,0% (абсолютний приріст 16%). Оптимальне «вікно експозиції» індоціаніну зеленого становило 15–25 хв. ($p = 0,62$).

Висновки. Підвищений індекс маси тіла (≥ 30) супроводжується зниженням успішності біопсії сторожових лімфатичних вузлів на 26%, однак не виключає можливості їх успішного картування. Застосування додаткових технічних прийомів сприяє підвищенню частоти візуалізації сторожових лімфатичних вузлів на 16%. Одним із ключових чинників успішного картування є дотримання оптимального часу експозиції індоціаніну зеленого (15–25 хв.), особливо у пацієнок з ожирінням та після перенесених абдомінальних оперативних втручань.

Для цитування:

Гладчук І.З., Кірякова Д.А., Сідак О.Є., Герасименко О.С., Запорожан В.М. Особливості лапароскопічного ICG картування сторожових лімфатичних вузлів при ранньому раку ендометрія за наявності ожиріння. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2026. Т. 34. № 2. С. 225–239. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2026.225-239>

Key words:

endometrial cancer, sentinel lymph node, body mass index, indocyanine green.

For correspondence:

Kiriakova Daria Andriivna
Odesa National Medical University of the
Ministry of Health of Ukraine, Department
of Obstetrics and Gynecology;
9 Pasteur Str., Odesa, Ukraine, 65082;
e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com

© Gladchuk I.Z., Kiriakova D.A.,
Sidac O.Ye., Herasymenko O.S.,
Zaporozhan V.M., 2026

ABSTRACT

Background. Endometrial cancer ranks among the most common malignant tumors of the female reproductive system. In modern gynecologic oncology, sentinel lymph node mapping is increasingly used as an alternative to systemic pelvic lymphadenectomy. Obesity is a common comorbid condition in patients with endometrial cancer, occurring in at least 60% of patients.

Purpose – to evaluate sentinel lymph node detection in patients with early-stage endometrial cancer using indocyanine green guided near-infrared fluorescence laparoscopy, with particular emphasis on obese patients, to optimize the effectiveness of the procedure.

Materials and Methods. A retrospective cohort study was conducted at the Department of Gynecology of the Multidisciplinary Medical Center, Odesa National Medical University, between 2018 and 2025. The study included 80 patients with low- and intermediate-risk endometrial cancer who underwent laparoscopic hysterectomy with bilateral salpingo-oophorectomy and sentinel lymph node biopsy using sub-mucosal intracervical injection of indocyanine green. Patients were stratified into two groups according to body mass index: < 30 kg/m² and ≥ 30 kg/m².

Results. Failure to identify sentinel lymph nodes was significantly more frequent in obese patients than in non-obese patients (35.5% vs. 10.3%; $p = 0.017$), resulting in a 26% reduction in the overall mapping success rate. Bilateral sentinel lymph node detection was achieved in 50.5% of obese patients compared with 60.2% of those with a BMI < 30 kg/m². Operative time was significantly longer in the obese group (108.0 ± 11.6 vs. 88.5 ± 8.8 min; $p < 0.001$). The use of partial retroperitoneal dissection increased the mapping success rate from 56.0% to 72.0%, corresponding to an absolute improvement of 16%. The optimal indocyanine green exposure interval was 15–25 minutes ($p = 0.62$).

Conclusions. A high body mass index (≥ 30) is associated with a 26% decrease in the success rate of sentinel lymph node biopsy; however, it does not preclude the possibility of successful mapping. The use of additional technical techniques can increase the rate of indocyanine green uptake by 16%. One of the key factors for successful mapping is adherence to the optimal exposure time for indocyanine green (15–25 min), especially in obese patients and those who have undergone abdominal surgery.

For citation:

Gladchuk IZ, Kiriakova DA, Sidac OYe, Herasymenko OS, Zaporozhan VM. Features of laparoscopic ICG mapping of sentinel lymph nodes in early endometrial cancer in patients with obesity. *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2026;34(2):225–239. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.2.2026.225-239>

ВСТУП

Захворюваність на рак ендометрія (РЕ) демонструє тенденцію до зростання, що значною мірою пов'язують з високою поширеністю ожиріння – встановленого фактора ризику розвитку як самого РЕ, так і його попередника – ендометріальної інтраепітеліальної неоплазії [1, 2, 3]. Частка жінок із надмірною

INTRODUCTION

The incidence of endometrial cancer (EC) continues to increase worldwide, largely owing to the growing prevalence of obesity, which is a well-established risk factor for both endometrial cancer and its precursor, endometrial intraepithelial neoplasia [1, 2, 3]. Women with a body mass index (BMI) ≥ 30 kg/m²

масою тіла постійно збільшується. За індексу маси тіла (ІМТ) понад 30 кг/м² ризик виникнення РЕ зростає в 2–4 рази. Це пояснюється численими патогенетичними механізмами, зокрема підвищеним виробленням естрогенів шляхом перетворення андрогенів на естрогени адипоцитами, що, в свою чергу, стимулює проліферацію ендометрія і сприяє гіперпластичним та неопластичним процесам [3]. З огляду на значну поширеність ожиріння, важливо розуміти його вплив на результати хірургічного лікування РЕ. Згідно із загально визнаними стандартами, хірургічне лікування РЕ є первинним і включає гістеректомію з двобічною сальпінгоофоректомією у поєднанні (в разі середнього і високого ризику) з системною тазовою лімфаденектомією (СТЛЕ) або біопсією сторожових лімфатичних вузлів (sentinel lymph nodes biopsy, SLNB) [4]. За даними сучасних досліджень, при ранніх стадіях захворювання проведення СТЛЕ не демонструє достовірного покращення онкологічних результатів, зокрема загальної виживаності та виживаності без прогресування. Проте така процедура асоціюється зі зростанням частоти інтра-, ранніх та пізніх післяопераційних ускладнень; збільшення тривалості операції, крововтрати, часу реабілітації та фінансових витрат [5, 6]. Тому, згідно з чинними клінічними настановами (NCCN, ESGO, ESMO), оптимальним методом у пацієток із ранніми стадіями РЕ визнано SLNB [7, 8]. Незважаючи на широке впровадження цієї методики, у сучасній літературі не сформовано єдиної концепції щодо впливу ожиріння на ефективність цієї процедури. Результати окремих досліджень демонструють суперечливі дані: частина авторів описують зниження частоти детекції сторожових лімфатичних вузлів (СЛВ) у пацієток із підвищеним ІМТ, тоді як інші не виявляють достовірної різниці у порівнянні з пацієтками з нормальним ІМТ [9, 10, 11, 12]. Суперечливість наведених результатів свідчить про необхідність подальшого вивчення впливу підвищеного ІМТ на ефективність картування СЛВ.

Таким чином, проблема визначення ролі ожиріння як фактора, що впливає на результативність процедури SLNB при РЕ, залишається відкритою. Її вирішення є необхідним для оптимізації хірургічної тактики, індивідуалізації лікування та зниження ризику розвитку ускладнень у даній категорії пацієток.

Мета роботи – вивчити особливості детекції СЛВ у хворих із ранніми стадіями РЕ з використанням індоціанін-зеленого (ICG)-барвника та лапароскопічної камери в близькому інфрачервоному режимі (near-infrared region, NIR) у пацієток з ожирінням для покращення результатів процедури.

have a two- to fourfold higher risk of developing EC. This association is primarily explained by increased peripheral conversion of androgens to estrogens within adipose tissue, leading to prolonged estrogenic stimulation of the endometrium and promoting hyperplastic and neoplastic changes [3]. Given the high prevalence of obesity among patients with EC, understanding its impact on surgical outcomes is of particular clinical importance. According to generally accepted standards, surgical treatment of EC is the primary approach and includes hysterectomy with bilateral salpingo-oophorectomy combined (in cases of moderate and high risk) with systemic pelvic lymphadenectomy (PLE) or sentinel lymph node biopsy (SLNB) [4]. According to recent studies, in the early stages of the disease, performing PLE does not demonstrate a significant improvement in oncological outcomes, particularly overall survival and progression-free survival. However, this procedure is associated with an increased incidence of intraoperative, early, and late postoperative complications; longer surgery duration; blood loss; longer rehabilitation time; and higher financial costs [5, 6]. According to current NCCN, ESGO, and ESMO guidelines, SLNB is the preferred staging approach for patients with early-stage EC [7, 8]. Despite its widespread implementation in clinical practice, the effect of obesity on SLNB performance remains controversial. Published studies have reported inconsistent findings: while several authors describe reduced sentinel lymph node (SLN) detection rates in patients with elevated BMI, others have found no significant differences compared with patients with normal BMI [9, 10, 11, 12]. The conflicting nature of these results indicates the need for further study of the impact of elevated BMI on the effectiveness of SLN mapping.

Current evidence remains inconsistent regarding the influence of obesity on the effectiveness of SLNB in patients with EC. Further studies are needed to clarify this relationship and to optimize surgical management in this patient population.

Objective – to evaluate SLN detection in patients with early-stage EC using indocyanine green (ICG)-guided near-infrared (NIR) fluorescence laparoscopy, with particular emphasis on obese patients, in order to optimize procedural outcomes.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

MATERIALS AND METHODS

Проведено ретроспективне когортне дослідження на базі гінекологічного відділення Багато профільного медичного центру Одеського національного медичного університету в період 2018–2025 рр., у яке було включено 80 пацієток з РЕ низького та проміжного ризиків метастазування (FIGO стадії IA-IIA). Пацієткам було проведено лапароскопічну гістеректомію з білатеральною сальпінгоофоректомією та маркуванням СЛВ за допомогою інтрацервікальної ін'єкції розчину ICG.

A retrospective cohort study was conducted at the Department of Gynecology, Multidisciplinary Medical Center, Odesa National Medical University, between 2018 and 2025. The study included 80 patients with low- and intermediate-risk EC (FIGO stages IA-IIA) who underwent laparoscopic hysterectomy with bilateral salpingo-oophorectomy and SLN mapping following intracervical injection of ICG.

Пацієнток було розподілено на дві групи:

- 1) $n=30$, без ожиріння, $IMT < 30$;
- 2) $n=50$, з ожирінням, $IMT \geq 30$.

Було здійснено збір клінічних, гістопатологічних та інтраопераційних даних. Клінічні характеристики хворих включали: вік, IMT , супутні захворювання (цукровий діабет, артеріальна гіпертензія та інше). Розподіл пацієнток за IMT здійснювали відповідно до класифікації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). Для об'єктивної оцінки супутньої патології використовувалась класифікація фізичного статусу Американського товариства анестезіологів (ASA), яка дозволяє стратифікувати ризики залежно від загального стану хворої. Вивчали ступінь диференціювання пухлини, стадію пухлинного процесу та результати SLNB, які класифікувались як позитивні (наявність макрометастазів, мікрометастазів або ізольованих пухлинних клітин (ІПК)) та негативні. Оцінювались тривалість оперативного втручання, особливості візуалізації та ідентифікації СЛВ. Додатково враховувались технічні складності, пов'язані з ожирінням, зокрема необхідність виконання додаткових етапів для покращення частоти виявлення СЛВ. Класифікація груп ризику пухлин проводилась на основі прогностичного ризику відповідно до рекомендацій Європейського товариства гінекологічної онкології/Європейського товариства радіаційної терапії та онкології/Європейського товариства патології (ESMO-ESGO-ESP) 2022 року [6]. Оцінку стадії пухлинного процесу здійснювали згідно з міжнародною класифікацією стадій PE, запропонованою International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) [13]. Оцінка СЛВ проводилась відповідно до протоколу ультростадіювання, що передбачає виконання серійних зрізів для виявлення макро-, мікрометастазів та ІПК [14].

Етапи SLNB включали:

- 1) приготування розчину. Порошок (ICG, VERDYE®, 25 мг) розводиться в 5 мл стерильної води для ін'єкцій для отримання концентрації 1,25 мг/мл;
- 2) введення барвника. Ін'єкція виконується безпосередньо в умовах операційної під загальним наркозом: по 1 мл (0,5 мл підслизово та 0,5 мл стромально) у чотири квадранти шийки матки (1, 5, 7 та 11 умовної годинникової стрілки);
- 3) лапароскопічний доступ: накладається пневмоперитонеум, виконується стандартний лапароскопічний вхід у черевну порожнину, ревізія органів черевної порожнини;
- 4) первинна візуалізація через 15–25 хв. (табл. 3) після ін'єкції здійснюється оцінка забарвлення лімфатичних протоків та СЛВ у NIR-режимі. У частини пацієнток ЛВ ідентифікуються трансперитонеально. При відсутності забарвлення застосовується додатковий етап – часткова заочеревинна дисекція;
- 5) парціальна дисекція заочеревинного простору (запропонована техніка). Виконується розсічення очеревини та відкриття ретроперитонеального простору шляхом гострої дисекції у типових локалізаціях СЛВ: зовнішня, внутрішня та загальна іліакальні ділянки; пресакральна ділянка та obturatorна ямка;

Patients were stratified into two groups according to BMI:

- 1) a non-obese group ($n = 30$; $BMI < 30 \text{ kg/m}^2$);
- 2) an obese group ($n = 50$; $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$).

Clinical, histopathological, and intraoperative data were collected. Baseline clinical characteristics included age, BMI, and comorbidities, such as diabetes mellitus and hypertension. BMI categories were defined according to the World Health Organization (WHO) classification. Comorbidity burden was assessed using the American Society of Anesthesiologists (ASA) Physical Status Classification System, which was used to stratify patients according to their overall preoperative condition. Histological tumor grade, FIGO stage, and SLNB findings were analyzed. SLNB results were classified as positive (presence of macrometastases, micrometastases, or isolated tumor cells (ITCs)) or negative. Operative time, as well as the characteristics of SLN visualization and detection, were also evaluated. Tumors were assigned to prognostic risk groups according to the 2022 recommendations of the European Society of Gynaecological Oncology (ESGO), the European Society for Radiotherapy and Oncology (ESTRO), and the European Society of Pathology (ESP) [6]. Tumor staging was performed according to the international EC staging classification proposed by the International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) [13]. SLN evaluation was performed in accordance with the ultrastaging protocol, which involves serial sections to detect macro- and micrometastases and ITC [14].

The SLNB procedure consisted of the following steps:

- 1) ICG preparation: VERDYE® (25 mg) was reconstituted with 5 mL of sterile water for injection to obtain a final concentration of 1.25 mg/mL;
- 2) ICG injection: Following induction of general anesthesia, 1 mL of ICG solution was injected into each of the four cervical quadrants (at the 1, 5, 7, and 11 o'clock positions), with 0.5 mL administered submucosally and 0.5 mL into the cervical stroma;
- 3) Laparoscopic access: Pneumoperitoneum was established, followed by standard laparoscopic entry into the abdominal cavity and systematic inspection of the abdominal organs;
- 4) Initial fluorescence assessment: SLN mapping was evaluated 15–25 minutes after ICG injection (Table 3) using the NIR mode. In some patients, SLNs were visualized transperitoneally before retroperitoneal dissection. If no contrast enhancement is observed, an additional step is performed: partial retroperitoneal dissection;
- 5) partial dissection of the retroperitoneal space (proposed technique). The peritoneum is incised and the retroperitoneal space is opened via sharp dissection at typical SLN locations: the external, internal, and common iliac regions; the presacral region and the obturator fossa;

6) вторинна візуалізація. Після розкриття заочеревинного простору повторно активується NIR-режим та здійснюється ревізія зазначених ділянок з ідентифікацією СЛВ;

7) маркування та видалення СЛВ. Виявлені СЛВ видаляються окремо, із зазначенням їх топографічної локалізації. Кожний макропрепарат поміщається в індивідуальний промаркований контейнер;

8) евакуація матеріалу. Видалені СЛВ вилучаються через піхву в окремих контейнерах після здійснення етапу гістеректомії.

Всі оперативні втручання в межах дослідження виконувались одним досвідченим хірургом відповідної кваліфікації із дотриманням сучасних протоколів SLNB, що дозволяє мінімізувати міжоператорну варіабельність, уніфікувати хірургічну техніку та виключити вплив кривої навчання на результати дослідження.

Статистичний аналіз проводився з урахуванням характеру змінних. Категоріальні дані описувалися у вигляді абсолютних чисел та відсотків (%); для порівняння між групами застосовували χ^2 -критерій або точний тест Фішера. Кількісні показники наведені як середнє значення $\pm$ стандартне відхилення (середнє $\pm$ SD); для аналізу відмінностей між групами використовували двовибірковий t-тест. Рівень статистичної значущості приймався при $p < 0,05$. У разі необхідності розраховували 95% довірчі інтервали (95% ДІ).

6) secondary visualization. After opening the retroperitoneal space, the NIR region is reactivated, and the specified areas are examined to identify SLNs;

7) marking and removal of SLNs. Detected SLNs are removed separately, with their topographic location noted. Each specimen is placed in an individual labeled container;

8) removal of material. The removed SLNs are extracted through the vagina in separate containers after completion of the hysterectomy.

All procedures were performed by a single surgeon with extensive experience in SLNB, following current clinical protocols. This approach minimized inter-surgeon variability, ensured a standardized surgical technique, and eliminated the potential influence of the surgical learning curve on the study outcomes.

Statistical analyses were performed according to the type of data. Categorical variables are presented as frequencies and percentages and were compared using the χ^2 test or Fisher's exact test, as appropriate. Continuous variables are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD) and were compared using the independent-samples t-test. A two-sided p value of <0.05 was considered statistically significant. When appropriate, 95% confidence intervals (95% CIs) were calculated.

РЕЗУЛЬТАТИ

RESULTS

Середній вік пацієнток у двох групах істотно не відрізнявся, що свідчить про їхню порівнянність за віковими показниками. Водночас у групі з ІМТ ≥ 30 частка хворих з супутньою патологією та вищим класом ASA була значно більшою, що відображає соматичну обтяженість даної когорти хворих. Для пацієнток цієї групи характерна достовірна більша тривалість оперативного втручання. Ймовірно, це зумовлено технічними особливостями, зокрема: потовщенням жирової клітковини, утрудненим доступом та необхідністю додаткових маніпуляцій.

Показники градації та стадії не відрізнялися, що вказує на зіставлюваність груп за онкологічними характеристиками. Крім того, частота попередніх оперативних втручань була подібною в обох групах, що свідчить про їхню загальну клінічну однорідність (табл. 1).

Отримані результати свідчать, що підвищений ІМТ асоціюється зі зниженням частоти успішної (зокрема білатеральної) детекції СЛВ. У групі пацієнток з ожирінням частіше відзначалась повна відсутність картування, що узгоджується з даними низки досліджень, які демонструють негативний вплив ожиріння на візуалізацію СЛВ [23, 24]. Водночас, варто зазначити, що гістопатологічні результати у досліджуваних групах достовірно не відрізнялися: макрометастазів не виявлено, а частота мікрометастазів залишалась низькою та зіставлюваною. Це свідчить про те, що, попри технічні труднощі при виявленні СЛВ у пацієнток з ожирінням, діагностична цінність біопсії залишається високою, а обмеження стосуються переважно етапу інтраопераційної ідентифікації (табл. 2).

The mean age of the patients in the two groups did not differ significantly, indicating that they were comparable in terms of age. At the same time, in the group with a BMI ≥ 30 , the proportion of patients with comorbidities and a higher ASA class was significantly higher, reflecting the greater somatic burden of this patient cohort. Patients in this group were characterized by a statistically significantly longer duration of surgery. This is likely due to technical factors, including thickened adipose tissue, difficult access, and the need for additional maneuvers.

Tumor grade and FIGO stage were comparable between the two groups, confirming similar baseline oncological characteristics. Likewise, the frequency of previous surgical procedures did not differ significantly, indicating comparable clinical characteristics of the study population (Table 1).

Obesity was associated with a lower SLN detection rate, particularly with respect to bilateral mapping. Complete mapping failure occurred more frequently in obese patients, consistent with previous studies reporting impaired SLN detection in this population [23, 24]. Histopathological findings were comparable between the groups: no macrometastases were identified, while micrometastases were infrequent and showed no significant between-group differences. These findings suggest that, despite the technical challenges of SLN mapping in obese patients, the diagnostic performance of SLNB remains high, with the main limitations related to intraoperative SLN identification rather than pathological assessment (Table 2).

Таблиця 1. Характеристика пацієнток (n=80)
Table 1. Patient Characteristics (n=80)

Характеристика / Characteristic	IMT/ BMI, < 30	IMT/ BMI, ≥ 30	р-значення p-value	Відкориг. ВШ 95% ДІ / 95% CI
	n=30	n=50		
Вік, роки (середнє ± SD) / Age, years (mean ± SD)	55,5 ± 10,3	55,5 ± 9,8	–	–
Супутні патології / Comorbid conditions				
Так / yes	12 (39,8)	40 (80,6)	< 0,001	6,00 (2,19–16,42)
Ні / no	18 (60,2)	10 (19,4)		
Класифікація фізичного статусу пацієнта за ASA / ASA physical status				
			0,025	–
1	8 (27,6)	5 (10,2)	–	–
2	18 (59,5)	26 (52,1)	–	–
3	4 (12,9)	19 (38,0)	0,022	3,98 (1,20–13,20)
Попередні інтраабдомінальні хірургічні втручання Previous intra-abdominal surgical procedures	5 (15,5)	7 (14,9)	1,00	0,93 (0,27–3,19)
Ступінь диференціювання пухлини / Grading				
			0,074	–
1–2	21 (71,3)	44 (87,8)	–	–
3	9 (28,7)	6 (12,2)	0,074	0,32 (0,10–1,01)
Стадіювання за FIGO/ FIGO staging				
			0,815	–
IA	15 (46,1)	25 (50,3)	–	–
IB	10 (35,2)	19 (37,6)	–	–
IIA	5 (18,7)	6 (12,1)	–	–
Класифікація за прогностичним ризиком / Classification based on prognostic risk				
			0,816	–
Низький / low	11 (37,9)	20 (40,6)	–	–
Проміжний / intermediate	19 (62,1)	30 (59,4)		
Час оперативного втручання, (середнє ± SD) time of surgery, (Mean ±SD) лапароскопія+БСЛВ / laparoscopy+SLNB	88,5 ± 8,76	108,0 ± 11,61	< 0,001	Δ = 19,5 (95% ДІ 14,9–24,1)

Примітки:

OR – відношення шансів для IMT ≥ 30 порівняно з IMT < 30;
95% ДІ – довірчий інтервал;
p-value розраховано за критерієм Фішера (2×2) або t-тестом (для часу операції).

Notes:

OR – odds ratio for BMI ≥ 30 compared with BMI < 30;
95% CI – confidence interval;
p-value calculated using Fisher's exact test (2×2) or the t-test (for duration of surgery).

У разі відсутності або однобічного виявлення СЛВ виконували двобічну або однобічну СТЛЕ. У групі з IMT < 30 така процедура була проведена у 7 випадках (з 12), що становить 60,0% від загальної кількості хворих з невдалим або однобічним картуванням. У групі з IMT ≥ 30 СТЛЕ виконано 7 пацієнткам з 25 (30,0%), у яких спостерігалось часткове або відсутнє виявлення СЛВ. Менша частота цієї процедури була зумовлена гіршими показниками загального фізичного стану хворих та підвищеним операційним ризиком.

У групі пацієнток з підвищеним IMT, 25 хворим було виконано процедуру SLNB із застосуванням модифікованої техніки з парціальною дисекцією очеревини. Застосування цього підходу дозволило підвищити частоту загального успішного картування СЛВ з 56,0% (14/25) до 72,0% (18/25), що відповідає абсолютному приросту на 16 відсоткових пунктів (RR 1,29; OR 2,02; p=0,30). Хоча різниця не досягла статистичної значущості через обмежений розмір підгрупи, вона має клінічну вагомість та підтверджує ефективність модифікованої техніки у пацієнток з ожирінням.

In cases of unsuccessful or unilateral SLN mapping, unilateral or bilateral systematic PLE was performed, depending on the mapping results. In the BMI < 30 kg/m² group, this procedure was carried out in 7 of 12 patients (60.0%) with unsuccessful or unilateral mapping. In the BMI ≥30 kg/m² group, systematic PLE was performed in 7 of 25 patients (28.0%) with incomplete or failed SLN mapping. The lower utilization of this procedure in obese patients reflected their poorer overall physical status and higher operative risk.

In addition, 25 patients in the BMI ≥30 kg/m² group underwent SLNB using a modified technique involving partial retroperitoneal dissection. This approach increased the overall SLN mapping success rate from 56.0% (14/25) to 72.0% (18/25), representing an absolute improvement of 16 percentage points (RR 1.29; OR 2.02; p = 0.30). Although the difference did not reach statistical significance because of the limited sample size, the observed improvement was clinically relevant and supports the potential benefit of the modified technique in obese patients.

Таблиця 2. Стан сторожових лімфатичних вузлів
Table 2. Status of sentinel lymph nodes

Змінні/variables	IMT/ BMI < 30	IMT/ BMI ≥ 30	p (Фішера) / ВШ (95% ДІ) p (Fisher) / OR (95% CI)
	n=30	n=50	
	n (%)	n (%)	
Білатеральне виявлення СЛВ bilateral SLN detection	18 (60,2)	25 (50,5)	p = 0,488; ВШ = 1,50 (95% ДІ 0,60–3,75) p = 0,488; OR = 1,50 (95% CI 0,60–3,75)
Монолатеральне виявлення СЛВ unilateral SLN detection	9 (29,5)	7 (14,0)	p = 0,094; ВШ = 2,63 (95% ДІ 0,83–8,33) p = 0,094; OR = 2,63 (95% CI 0,83–8,33)
Відсутність виявлення СЛВ Failed SLN mapping	3 (10,3)	18 (35,5)	p = 0,017; ВШ = 0,20 (95% ДІ 0,05–0,74) p = 0,017; OR = 0,20 (95% CI 0,05–0,74)
Локалізації СЛВ / SLB Locations			
Зовнішня здухвинна ділянка / External iliac	9 (33,4)	11 (34,3)	–
Внутрішня здухвинна ділянка / Internal iliac	7 (25,9)	9 (28,3)	–
Загальна здухвинна ділянка / Common iliac	8 (29,6)	7 (21,8)	–
Пресакральна впадина / Sacral	2 (7,4)	3 (9,3)	–
Обтураторна ділянка / Obturator fossa	1 (3,7)	2 (6,3)	–
Гістопатологічні результати СЛВ Histopathological results of SLB			
Негативні / Negative			
Негативні / Negative	25 (92,5)	31 (96,8)	–
Позитивні / Positive			
Мікрометастази / Micrometastases	2 (5,0)	1 (3%)	p = 0,59; ВШ = 2,46 (95% ДІ 0,21–28,4) p = 0,59; OR = 2,46 (95% CI 0,21–28,4)
Макрометастази / Macrometastases	0	0	–
ІПК / ITC	0	0	–

Аналіз часових параметрів експозиції при виконанні SLNB показав, що оптимальний період для візуалізації та видалення СЛВ настав у середньому через $25,8 \pm 7,7$ хв. у пацієнток з IMT < 30 та через $24,9 \pm 5,9$ хв. у пацієнток з IMT ≥ 30 (p = 0,62), що свідчить про незалежність оптимального вікна від IMT. У більшості випадків найкраща флуоресценція спостерігалась у проміжку 15–25 хв. (60,0% у групі IMT < 30 та 58,0% у групі з IMT ≥ 30). Цей інтервал можна розглядати як найбільш стабільне «вікно експозиції», яке забезпечує чітке флуоресцентне зображення без надмірного поширення сигналу на дистальні лімфатичні колектори. У групі з ожирінням частіше фіксували зміщення піку візуалізації в інтервал 26–35 хв. (40,0% проти 25,0%), хоча ця різниця не досягла статистичної значущості (p=0,24). Ймовірно, це пов'язано з повільнішим лімфотокном у жировій тканині та більшою відстанню, яку має подолати барвник до СЛВ. У пацієнток з високим IMT у зазначений часовий інтервал спостерігається менш інтенсивний флуоресцентний сигнал, що може обґрунтувати доцільність застосування додаткових технічних прийомів під час оперативного втручання, зокрема парціальної дисекції очеревини.

Водночас, у цій групі рідше реєстрували надмірно пізню флуоресценцію (36–45 хв. – 2,0% проти 15,0%), що може відображати втрату інтенсивності сигналу при надмірній товщині тканини (табл. 3).

Analysis of the exposure time during SLNB showed that the mean time required for SLN visualization and removal was 25.8 ± 7.7 minutes in patients with a BMI <30 kg/m² and 24.9 ± 5.9 minutes in those with a BMI ≥30 kg/m² (p = 0.62), indicating that the optimal exposure interval was independent of BMI. In most cases, the strongest fluorescence signal was observed within 15–25 minutes (60.0% in the BMI <30 kg/m² group and 58.0% in the BMI ≥30 kg/m² group). This interval can therefore be considered the most stable exposure window, providing clear fluorescence without excessive signal spread to distal lymphatic collectors. In obese patients, peak fluorescence was more frequently observed during the 26–35-minute interval (40.0% vs. 25.0%), although the difference was not statistically significant (p = 0.24). This is likely due to slower lymph flow in adipose tissue and the greater distance the dye must travel to reach the SLN. In patients with a high BMI, a less intense fluorescent signal is observed during this time interval, which may justify the use of additional technical maneuvers during surgery, in particular partial peritoneal dissection.

Late fluorescence (36–45 minutes) was observed less frequently in the BMI ≥30 kg/m² group than in the BMI <30 kg/m² group (2.0% vs. 15.0%). This finding may reflect reduced fluorescence signal intensity caused by increased tissue thickness (Table 3).

Таблиця 3. Часові параметри експозиції при SLNB (n=59)
Table 3. Exposure time parameters for SLNB (n=59)

Час експозиції (хв.) Exposure time (min.)	IMT / BMI < 30	IMT / BMI ≥ 30	р-значення p-value	Відкориг. ВШ (95% ДІ) / (95% CI)
	n=27	n=32		
15–25 хв./min., n (%)	16 (60,0)	18 (58,0)	0,82	1,13 (0,40-3,18)
26–35 хв./min., n (%)	7 (25,0)	13 (40,0)	0,24	–
36–45 хв./min., n (%)	4 (15,0)	1 (2,0)	0,16	–
Середній час експозиції, хв. (середнє ± SD) Mean exposure time, min. (Mean ± SD)	25,8±7,7	24,9±5,9	0,62	–

ОБГОВОРЕННЯ

У пацієнток з підвищеним IMT питання вибору тактики хірургічного лікування набуває особливої складності. Згідно з рекомендаціями NCCN (National Comprehensive Cancer Network), картування СЛВ може розглядатися для пацієнток з очевидним захворюванням, обмеженим маткою; і може бути найбільш доцільним для пацієнток з низьким та проміжним ризиком метастазування і тих, хто не може перенести повну лімфаденектомію. Серед пацієнтів високого ризику ця процедура розглядається як потенційна альтернатива СТЛЕ [6, 15]. Стан ЛВ є основним прогностичним фактором і критерієм ад'ювантної терапії при РЕ. СЛВ – це перший ЛВ у регіонарному лімфатичному басейні, через який відбувається відтік лімфи від первинної пухлини, отже в першу чергу він виявляється ураженим раковими клітинами, підвищується виявлення мікрометастазів та ІПК. SLNB надає критично важливу інформацію про метастатичне поширення, мінімізуючи потребу в СТЛЕ [16].

Виявлення метастазів низького об'єму потребує проведення ультрастадіювання СЛВ. Це розширене гістологічне дослідження, що передбачає серійні зрізи з або без використання імуногістохімічного дослідження (ІГХД) з метою виявлення мікрометастазів та ІПК, які часто залишаються непоміченими при стандартній обробці та забарвленні гематоксилін-еозином. Такий підхід значно підвищує чутливість діагностики, виявлення метастазів низького об'єму, що може змінити стадію і адаптувати рекомендації щодо ад'ювантної терапії. Хоча ІПК повинні бути чітко вказані в огляді патологічного матеріалу, їх значення ще не доведено, та тривають дискусії щодо менеджменту [17]. Проте, на сьогодні не існує уніфікованого міжнародного протоколу ультрастадіювання. Різні центри пропонують власні протоколи з різною кількістю зрізів, їх глибиною, інтервалами та використанням ІГХД. Рекомендації NCCN визнають важливість цього методу, але підкреслюють його високо-вартісність та складність у впровадженні, що обмежує його повсюдне використання [5, 18, 19].

Одним із можливих чинників, що впливає на успішність та частоту виявлення СЛВ, є досвід і технічна підготовка хірурга. Це особливо важливо у пацієнток з ожирінням, у яких візуалізація ЛВ ускладнюється багатьма факторами: потовщенням підшкірно-жирового шару, зміненою анатомією паракервікальної клітковини, «розмитістю» анатомічних орієнтирів, зниженням лімфотоком, наявністю супутніх захворювань (зокрема цукровий діабет, артеріальна гіпертензія, інсулінорезистентність, метаболічний синдром та ін.) і особливостями патогенезу гормон-

DISCUSSION

For patients with obesity, selecting the optimal surgical strategy remains particularly challenging. According to the National Comprehensive Cancer Network (NCCN) guidelines, SLN mapping may be considered in patients with disease apparently confined to the uterus and is most appropriate for those with low- or intermediate-risk disease or for patients who are not suitable candidates for complete PLE. In patients with high-risk EC, SLNB is regarded as a potential alternative to systematic PLE [6, 15]. LN status is the most important prognostic factor and a key determinant of adjuvant treatment in EC. As the first lymph node draining the primary tumor, the SLN is the earliest site of potential metastatic spread, allowing improved detection of micrometastases and ITCs. Consequently, SLNB provides essential information on nodal status while reducing the need for systematic PLE [16].

Detecting low-volume metastases requires ultrastaging of the SLN. Ultrastaging is an extended histopathological assessment based on serial sectioning, with or without immunohistochemical (IHC) staining, to detect micrometastases and ITCs that may remain undetected by routine hematoxylin and eosin staining. This approach improves diagnostic sensitivity for low-volume metastatic disease, which may influence tumor staging and subsequent recommendations for adjuvant therapy. Although the presence of ITCs should be documented in the pathology report, their clinical significance remains uncertain, and the optimal management strategy is still under discussion [17]. At present, no internationally accepted ultrastaging protocol has been established. Different institutions use their own protocols, which vary in the number and depth of tissue sections, sectioning intervals, and the use of IHC. Current NCCN guidelines recognize the value of ultrastaging but also emphasize its high cost and technical complexity, both of which limit its widespread implementation [5, 18, 19].

One of the factors that may influence the success rate of SLN detection is the surgeon's experience and technical expertise. This is particularly relevant in obese patients, in whom SLN visualization is complicated by several factors, including increased subcutaneous adipose tissue thickness, altered anatomy of the paracervical tissues, obscured anatomical landmarks, reduced lymphatic flow, the presence of comorbidities (such as diabetes mellitus, hypertension, insulin resistance, and metabolic syndrome), and the pathophysiological features of hormone-dependent endometrial cancer. In addition, patients with obesity often exhibit tissue hypoperfusion caused by compression of blood vessels by adipose tissue [20]. According to our

залежного РЕ. У пацієнток з високим ІМТ часто спостерігається гіперперфузія, внаслідок тиску жирової тканини на судини [20]. Крім того, за нашими спостереженнями, у цій категорії хворих частіше спостерігається надмірне зміщення кишківника у напрямку малого таза, що додатково обмежує операційне поле та погіршує доступ до цільових зон. Це може знижувати ефективність лапароскопічної візуалізації та створювати ризики травмування при дисекції.

З огляду на перелічені анатомічні та технічні труднощі, виконання цієї процедури у пацієнток з підвищеним ІМТ вимагає високої хірургічної майстерності. Одним із ключових чинників успішного картування в цій групі є досвід оперуючого хірурга, який сприяє зниженню ризику розвитку інтра- та післяопераційних ускладнень. Вважаємо, що одним із факторів, які позитивно вплинули на результати нашого дослідження, було виконання всіх оперативних втручань одним хірургом відповідної кваліфікації, який має значний досвід у виконанні SLNB. Це дозволило мінімізувати міжінтервенційну варіабельність та знівелювати ефект кривої навчання хірурга, який, згідно з літературними даними, може істотно впливати на частоту виявлення СЛВ на ранніх етапах освоєння методики. Така уніфікація техніки виконання є перевагою дослідження і сприяє більш точній оцінці ефективності методу саме у популяції пацієнток з ожирінням. Важливість кривої навчання хірургів описана в проспективному дослідженні М. Gedgaudaite et al., у якому зазначено, що необхідно зробити щонайменше 30 процедур з виконанням біопсії СЛВ для досягнення успішності двобічного виявлення СЛВ не менше, ніж на 75% [21]. В роботі К. Tucker et al. серед семи хірургів плато в показниках успішного двобічного маркування СЛВ було досягнуто після 40 оперативних втручань [22]. Це підтверджує важливість стандартизованого навчання та дотримання єдиного протоколу виконання біопсії СЛВ.

Крім цього, слід звертати увагу на важливість визначення часових параметрів експозиції при виконанні SLNB. У вже опублікованих наукових роботах цьому питанню не приділяють багато уваги, але насправді воно має суттєве значення і потребує стандартизації. За даними нашого дослідження цим віком є 15–25 хв. Після 35 хв. йде значне «розмиття» меж СЛВ, флуоресценція може переходити на другорядні/дистальні вузли (які не є сторожовими); а вже після 40 хв. може виникати втрата флуоресценції, особливо у пацієнток з ожирінням. Отримані дані свідчать, що підвищений ІМТ суттєво не впливає на середній час настання оптимального «вікна» для детекції СЛВ, проте у пацієнток з ожирінням частіше відзначається його зміщення у бік довших інтервалів. Ймовірно, це пов'язано з анатомічними особливостями та варіабельністю лімфатичної мережі, що впливають на швидкість поширення ICG і час досягнення максимальної інтенсивності флуоресценції. Водночас отримані результати свідчать, що ІМТ не можна розглядати як самостійний чинник невдалого картування, оскільки на часові характеристики експозиції можуть істотно впливати індивідуальні анатомічні особливості пацієнток. Відтак визначення оптимальних часових параметрів експозиції має важливе значення для забезпечення якісної візуалізації та підвищення точності діагностики.

observations, excessive displacement of the bowel into the pelvic cavity is also more common in these patients, further restricting the operative field and limiting access to the target anatomical structures. As a result, laparoscopic visualization may be impaired, increasing the technical difficulty of the procedure and the risk of injury during dissection.

Given the anatomical and technical challenges listed above, performing this procedure in patients with a high BMI requires a high level of surgical skill. One of the key factors for successful mapping in this group is the experience of the operating surgeon, which helps reduce the risk of intraoperative and postoperative complications. We believe that one of the factors that positively influenced the results of our study was that all surgical procedures were performed by a single, appropriately qualified surgeon with extensive experience in performing SLNB. This approach minimized inter-procedural variability and reduced the potential impact of the surgeon's learning curve, which has been shown to significantly influence SLN detection rates during the early stages of adopting the technique. Consequently, standardization of the surgical technique represents one of the strengths of the present study and allows a more accurate evaluation of the effectiveness of SLNB in obese patients. The importance of the surgical learning curve was demonstrated in a prospective study by Gedgaudaite et al., who reported that at least 30 SLNB procedures were required to achieve a bilateral SLN detection rate of 75% or higher [21]. Similarly, Tucker et al. found that, among seven surgeons, the bilateral SLN detection rate reached a plateau after approximately 40 procedures [22]. These findings highlight the importance of standardized training and adherence to a uniform SLNB protocol.

In addition, particular attention should be paid to the duration of ICG exposure during SLNB. Although this issue has received limited attention in the published literature, it is of considerable practical importance and requires further standardization. According to our findings, the optimal exposure interval is 15–25 minutes. Beyond 35 minutes, the margins of the SLN become less distinct, and fluorescence may spread to secondary (non-sentinel) LNs. After 40 minutes, fluorescence intensity may decrease, particularly in obese patients. Our findings also indicate that an elevated BMI does not significantly affect the mean time to the optimal SLN detection window; however, obese patients more frequently exhibited a shift toward longer exposure intervals. This is likely due to the anatomical characteristics and variability of the lymphatic network, which influence the rate of ICG spread and the time to reach maximum fluorescence intensity. At the same time, the results indicate that BMI cannot be considered an independent factor in mapping failure, since the temporal characteristics of exposure can be significantly influenced by patients' individual anatomical features. Therefore, determining the optimal exposure parameters is crucial for ensuring high-quality visualization and improving diagnostic accuracy.

Thus, the analysis of exposure time parameters supports an individualized approach to the timing of ICG administration based on the patient's surgical history. In patients without previous abdominal surgery, the dye was injected immediately before the laparo-

Отже, результати аналізу часових параметрів експозиції свідчать про доцільність індивідуального вибору моменту введення барвника залежно від оперативного анамнезу пацієнтки. Введення барвника здійснювали безпосередньо перед початком лапароскопічного етапу у пацієнток без попередніх абдоминальних втручань. У випадках наявності операцій в анамнезі спочатку виконували лапароскопічний доступ із подальшою ревізією черевної порожнини. Такий підхід зумовлений тим, що доступ до черевної порожнини у цієї категорії пацієнток нерідко є технічно складнішим і потребує додаткового часу для розсічення злук. Аналогічну тактику застосовували і у пацієнток із високим ІМТ, оскільки ожиріння також може ускладнювати початковий етап оперативного втручання та створювати ризик втрати оптимального часу експозиції індоціаніну зеленого. Завдяки такому послідовності дій вдавалося зберегти оптимальний інтервал експозиції барвника та забезпечити кращу візуалізацію СЛВ у цих групах пацієнток.

Єдиного консенсусу щодо впливу ожиріння на успішність SLNB поки не досягнуто. За даними Dampali et al. у пацієнтів з ожирінням спостерігаються нижчі показники двобічного виявлення та вищі показники невдач картування. Частота невдач картування була помітно вищою у пацієнтів з підвищеним ІМТ (30,9%) порівняно з пацієнтами без ожиріння (14,0%) ($p=0,099$) [23]. Натомість у дослідженні Vargiu V. et al. було встановлено, що ІМТ є предиктором невдалого картування. На кожні 5 одиниць збільшення ІМТ ризик невдачі зростає в 1,156 рази, зі зниженням частоти як загального, так і двобічного виявлення [24]. Taliento et al. не виявили статистично значущого впливу ІМТ на успішність картування СЛВ, проте вік пацієнток та неендометріодний гістологічний тип пухлини виявилися факторами невдалої процедури [25].

У ретроспективному дослідженні Mauro J. et al. порівняно два об'єми ін'єкції ICG- 2 мл та 4 мл [26]. Виявлено, що об'єм 2 мл достатній для пацієнток з ранніми стадіями РЕ, тоді як 4 мл забезпечує вищу частоту двобічного картування, особливо при ожирінні та глибокій інвазії (97,8% проти 92,4%; $p=0,024$). Автори рекомендують 4 мл як оптимальний об'єм для пацієнток з надмірною масою тіла.

Наявні результати досліджень не дозволяють сформулювати єдине уявлення щодо впливу ожиріння та об'єму введенного барвника на ефективність SLNB. Суперечливість отриманих даних зумовлює необхідність подальших стандартизованих досліджень із урахуванням клінічних, анатомічних та технічних факторів. На нашу думку, для досягнення стандартизації цього аспекту доцільним є проведення проспективних досліджень, спрямованих на порівняння різних об'ємів введення трасера та їхнього впливу на частоту невдалого картування СЛВ. Особливої уваги, на наш розсуд, заслуговує питання індивідуалізації об'єму барвника залежно від ІМТ пацієнток, що потенційно може знизити частоту невдач у цій численній клінічній підгрупі. У нашому закладі ми дотримуємося протоколу, згідно з яким стандартна доза ICG становить 4 мл.

У випадках інтраопераційної відсутності або однобічного картування СЛВ, повторна ін'єкція ICG у шийку матки значно покращує результати. Так, у дослідженні Tognon et al. частота двобічного картування зросла з 73,3% до 94,5%; а в іншій роботі –

scopic stage of the procedure. In patients with a history of abdominal surgery, laparoscopic access was established first, followed by exploration of the abdominal cavity before ICG administration. This approach is due to the fact that access to the abdominal cavity in this category of patients is often technically more challenging and requires additional time to incise adhesions. A similar strategy was also used in patients with a high BMI, since obesity can also complicate the initial stage of surgery and create a risk of missing the optimal exposure time for ICG. Thanks to this sequence of steps, it was possible to maintain the optimal dye exposure interval and ensure better visualization of the SLN in these groups of patients.

No consensus has yet been reached regarding the impact of obesity on the success of SLNB. According to Dampali et al., obese patients demonstrated lower bilateral detection rates and higher mapping failure rates. Mapping failure occurred more frequently in patients with an elevated BMI (30.9%) than in non-obese patients (14.0%), although the difference did not reach statistical significance ($p = 0.099$) [23]. In contrast, Vargiu et al. identified BMI as a predictor of mapping failure. For every 5-unit increase in BMI, the risk of mapping failure increased by a factor of 1.156, accompanied by lower overall and bilateral detection rates [24]. Taliento et al. found no statistically significant association between BMI and successful SLN mapping. However, older age and non-endometrioid histological tumor type were identified as factors associated with procedural failure [25]. In a retrospective study, Mauro et al. compared two ICG injection volumes (2 mL and 4 mL) [26]. They reported that a 2-mL dose was sufficient for patients with early-stage endometrial cancer, whereas administration of 4 mL resulted in a higher bilateral mapping rate, particularly in obese patients and those with deep myometrial invasion (97.8% vs. 92.4%; $p = 0.024$). The authors recommended a 4-mL injection volume for overweight patients.

The available research findings do not allow for a unified conclusion regarding the impact of obesity and the volume of dye administered on the effectiveness of SLNB. The conflicting nature of the data obtained highlights the need for further standardized studies that take into account clinical, anatomical, and technical factors. In our opinion, achieving standardization in this area requires prospective studies comparing different tracer injection volumes and their effect on the rate of SLN mapping failure. Particular attention should be paid to tailoring the ICG volume according to patients' BMI, as this approach may help reduce the mapping failure rate in this large patient population. At our institution, the standard protocol includes administration of 4 mL of ICG.

In cases of unsuccessful intraoperative SLN mapping or unilateral SLN detection, repeat cervical injection of ICG has been shown to improve mapping outcomes. For example, Tognon et al. reported an increase in the bilateral mapping rate from 73.3% to 94.5%, while another study demonstrated an improvement from 81.3% to 85.9% in patients with a BMI >30 [27, 28]. These findings suggest that repeat ICG injection following unsuccessful SLN mapping may improve SLN detection rates, thereby reducing the need for systematic PLE and its associated complications. Whether a repeat injection algorithm should be incorporated

з 81,3% до 85,9% у хворих з IMT >30 [27, 28]. Ці дані свідчать, що реін'єкція барвника у разі невдалого картування СЛВ приводить до значного покращення частоти виявлення СЛВ, а отже, зменшує кількість необхідних лімфаденектомій та ускладнень, пов'язаних з ними. Постає питання щодо включення алгоритму реін'єкції до протоколу картування у разі первинного невдалого результату, але це ще потребує подальших досліджень на більшій кількості спостережень. У нашому дослідженні повторні реін'єкції індоціаніну зеленого не проводилися через високу вартість препарату та самої процедури.

Окрім технічних та анатомічних аспектів, у сучасній онкогінекології все більшого значення набуває молекулярна стратифікація пухлин. Останні оновлення у веденні хворих на РЕ підкреслюють критичну роль молекулярно-генетичного профілювання пухлини для оцінки ризику рецидиву, формування індивідуального прогнозу, обґрунтування необхідності лімфатичної оцінки, прийняття рішення щодо системного лікування [29]. Зокрема, за певних клінічних умов у хворих із POLEmut-підтипом пухлини виконання SLNB може бути недоцільним. Це все має значення у хворих з високими хірургічним та анестезіологічним ризиками, де будь-яке зменшення інвазивності втручання є критично важливим. Молекулярне тестування може бути проведено на доопераційному біопсійному матеріалі, що дозволяє вже на етапі планування оперативного втручання визначитися з його обсягом. Попри високу прогностичну цінність молекулярної типізації, її широке впровадження в клінічну практику досі залишається обмеженим через високу вартість дослідження, особливо в країнах з ресурсними обмеженнями, до яких наразі належить і Україна. Аналогічну позицію відображають рекомендації NCCN, у яких зазначено, що можливість застосування молекулярної стратифікації значною мірою залежить від ресурсного забезпечення лікувального закладу. В нашій практиці ми проводили молекулярно-генетичне тестування пухлин, але вже після виконання оперативного втручання, що також дає змогу краще вивчити її біологічну природу та визначитися з подальшою тактикою лікування і прогнозом.

Окремої уваги потребує питання впливу типу ожиріння (вісцеральне, периферичне, змішане) на результати SLNB. Цей аспект не був предметом вивчення в межах даної роботи, однак очевидно має потенційне клінічне значення. Питання ефективності процедури потребують подальших досліджень на більшій кількості спостережень з оцінкою результатів різноманітних технік та вивчення ролі численних факторів, які на неї впливають.

into the standard mapping protocol after an initial unsuccessful result remains an open question and requires further investigation in larger patient cohorts. In our study, repeat reinjections of indocyanine green were not performed due to the high cost of the drug and the procedure itself.

In addition to technical and anatomical factors, molecular tumor stratification is playing an increasingly important role in modern gynecologic oncology. Recent recommendations for the management of EC emphasize the value of molecular tumor profiling in assessing the risk of recurrence, predicting prognosis, determining the need for LN assessment, and guiding systemic treatment decisions [29]. In selected clinical settings, SLNB may be omitted in patients with the POLE-mutated molecular subtype. This is particularly relevant for patients at high surgical and anesthetic risk, in whom minimizing the extent of surgery is especially important. Molecular testing can be performed on preoperative biopsy specimens, allowing the extent of surgical treatment to be determined during the preoperative planning stage. Despite the high prognostic value of molecular typing, its widespread adoption in clinical practice remains limited due to the high cost of testing, especially in resource-constrained countries, a category that currently includes Ukraine. A similar position is reflected in the NCCN guidelines, which state that the feasibility of using molecular stratification depends largely on the resources available to the healthcare facility. In our institution, molecular tumor profiling was performed after surgery. Although postoperative testing does not influence the initial surgical approach, it provides additional information on the biological characteristics of the tumor and contributes to further treatment planning and prognostic assessment.

The impact of different obesity phenotypes (visceral, peripheral, and mixed) on SLNB outcomes deserves further investigation. Although this aspect was beyond the scope of the present study, it may have important clinical implications. Further studies involving larger patient cohorts are needed to evaluate the effectiveness of different SLNB techniques and to investigate the influence of the various factors that may affect procedural outcomes.

ВИСНОВКИ

Підвищений IMT (≥ 30) сприяє зниженню частоти успішності процедури SLNB в порівнянні з нижчим IMT (< 30) на 26%, але не є абсолютним предиктором.

Техніка парціальної дисекції дозволяє покращити частоту виявлення СЛВ при IMT ≥ 30 на 16%.

При одноразовому введенні барвника важливо дотримання часових параметрів експозиції (15–25 хв. з моменту введення), особливо при підвищеному IMT та попередніх абдомінальних оперативних втручань.

CONCLUSIONS

A high BMI (≥ 30) is associated with a 26% lower success rate of SLNB compared to a lower BMI (< 30), but it is not an absolute predictor.

The partial dissection technique improves the detection rate of SLNs in patients with a BMI ≥ 30 by 16%.

When a single injection of ICG is used, maintaining an exposure interval of 15–25 minutes after injection is particularly important in patients with obesity and those with a history of prior abdominal surgery.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

REFERENCES

- Levin G., Ramirez P.T., Wright J.D., Slomovitz B.M., Gottlieb W.H., Siedhoff M.T. et al. Examining the Association of Body Mass Index and Complications When Including Sentinel Lymph Node Biopsy in Minimally Invasive Surgery for Endometrial Intraepithelial Neoplasia. *Cancers*. 2025. Vol. 17, № 8. P. 1257. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers17081257>
- Bar-Noy T., Tzur Y., Brezinov Y., Matanes E., Lozano-Franco R., Salvador S. et al. Impact of Obesity on Sentinel Lymph Node Mapping in Patients with Endometrial Intraepithelial Neoplasia Undergoing Robotic Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Cancers*. 2025. Vol. 17, № 18. P. 2972. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers17182972>
- Chou A.J., Bing R.S., Ding D.C. Endometrial Atypical Hyperplasia and Risk of Endometrial Cancer. *Diagnostics (Basel)*. 2024. Vol. 14, № 22. P. 2471. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14222471>
- Salman L., Cusimano M.C., Marchocki Z., Ferguson S.E. Sentinel lymph node mapping in endometrial cancer: Current evidence and practice. *Journal of Surgical Oncology*. 2024. Vol. 129, № 1. P. 117–119. DOI: <https://doi.org/10.1002/jso.27550>
- Zhang S., Zheng J., Zhu D. Long-term outcomes in patients with endometrial cancer after sentinel lymph node biopsy versus lymphadenectomy alone: a meta-analysis. *Frontiers in Oncology*. 2025. Vol. 15. P. 1584447. DOI: <https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1584447>
- Гладчук І.З., Рожковська Н.М., Кожаків В.Л., Кірюкова Д.А. Інтра- та ранні післяопераційні результати при виконанні біопсії сигнальних лімфатичних вузлів під контролем ICG маркування у хворих на рак ендометрія початкових стадій. *Збірник наукових праць Асоціації акушерів-гінекологів України*. 2023. № 52. С. 11–16. DOI: [https://doi.org/10.35278/2664-0767.2\(52\).2023.298039](https://doi.org/10.35278/2664-0767.2(52).2023.298039)
- Abu-Rustum N.R., Campos S.M., Amarnath S., Arend R., Barber E., Bradley K. et al. NCCN Guidelines® Insights: Uterine Neoplasms, Version 3.2025. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2025. Vol. 23, № 8. P. 284–291. DOI: <https://doi.org/10.6004/jnccn.2025.0038>
- Oaknin A., Bosse T.J., Creutzberg C.L., Giromelli G., Harter P., Joly F. et al. Endometrial cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*. 2022. Vol. 33, № 9. P. 860–877. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.05.009>
- Towner M., Underkoffler K., Uhr A., Robison K., Moore R.G. Patient, disease and surgeon predictors of successful bilateral sentinel lymph node mapping for endometrial cancer: A retrospective, multicenter analysis. *Clinical Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2022. Vol. 5, № 3. P. 072–079. DOI: <https://doi.org/10.29328/journal.cjog.1001111>
- Raffone A., Fanfani F., Raimondo D., Rovero G., Renzulli F., Travaglini A. et al. Predictive factors of sentinel lymph node failed mapping in endometrial carcinoma patients: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2023. Vol. 33, № 6. P. 853–859. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2022-004014>
- Johnson L., Cunningham M.J. Morbid obesity increases the failure rate of sentinel lymph node mapping for endometrial carcinoma. *Journal of Robotic Surgery*. 2023. Vol. 17, № 5. P. 2047–2052. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01609-8>
- Gladchuk I., Marichereda V., Rozhkovska N., Kiriakova D., Sidak O., Petrovskiy Y. et al. ICG Mapping Of Sentinel Lymph Nodes In Patients With Early Stages Of Endometrial And Cervical Cancer Depending On Body Mass Index. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2025. Vol. 35, № 2. P. 100787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgc.2024.100787>
- Amant F., Mirza M.R., Koskas M., Creutzberg C.L. Cancer of the corpus uteri. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics*. 2018. Vol. 143, Suppl. 2. P. 37–50. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijgo.12612>
- Fotopoulou C., Ind T., Baldwin P., Crawford R., Devaja O., Dobbs S. et al. Sentinel lymph node consensus document of the British Gynaecological Cancer Society for endometrial, vulvar, and cervical cancers. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2019. Vol. 29, № 9. P. 1348–1350. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000798>
- Daniilidis A., Margioulas-Siarkou C., Margioulas-Siarkou G., Papandreou P., Papanikolaou A., Dinas K. et al. Sentinel lymph node mapping in endometrial cancer to reduce surgical morbidity: always, sometimes, or never. *Przegląd Menopauzalny*. 2022. Vol. 21, № 3. P. 207–213. DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2022.119862>
- Hari A.Y., Tewari K.S. Sentinel lymphatic mapping for gynecologic malignancies. *Current Opinion in Obstetrics & Gynecology*. 2023. Vol. 35, № 1. P. 43–53. DOI: <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000000841>
- Zhuang Y., Xu Y., Deng P., Wang S., Nie H., Yang H. The prognostic significance and role of adjuvant therapy for low-volume nodal metastasis in apparent early stage endometrial cancer: an updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Gynecologic Oncology*. 2025. Vol. 36, № 5. P. e67. DOI: <https://doi.org/10.3802/jgo.2025.36.e67>
- Kostun J., Mescalcin A., Pešta M., Slunečko R., Ismail K.M., Smoligová V. et al. Evaluation of One Step Nucleic Acid Amplification for detection of lymph node metastases compared to histopathological ultrastaging in women with endometrial cancer: a protocol for a diagnostic accuracy study. *BMC Women's Health*. 2025. Vol. 25, № 1. P. 12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12905-025-03550-4>
- Levin G., Ramirez PT, Wright JD, Slomovitz BM, Gottlieb WH, Siedhoff MT, et al. Examining the Association of Body Mass Index and Complications When Including Sentinel Lymph Node Biopsy in Minimally Invasive Surgery for Endometrial Intraepithelial Neoplasia. *Cancers*. 2025;17(8):1257. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers17081257>
- Bar-Noy T, Tzur Y, Brezinov Y, Matanes E, Lozano-Franco R, Salvador S, et al. Impact of Obesity on Sentinel Lymph Node Mapping in Patients with Endometrial Intraepithelial Neoplasia Undergoing Robotic Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Cancers*. 2025;17(18):2972. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers17182972>
- Chou AJ, Bing RS, Ding DC. Endometrial Atypical Hyperplasia and Risk of Endometrial Cancer. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(22):2471. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14222471>
- Salman L, Cusimano MC, Marchocki Z, Ferguson SE. Sentinel lymph node mapping in endometrial cancer: Current evidence and practice. *Journal of Surgical Oncology*. 2024;129(1):117–9. DOI: <https://doi.org/10.1002/jso.27550>
- Zhang S, Zheng J, Zhu D. Long-term outcomes in patients with endometrial cancer after sentinel lymph node biopsy versus lymphadenectomy alone: a meta-analysis. *Frontiers in Oncology*. 2025;15:1584447. DOI: <https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1584447>
- Hladchuk IZ, Rozhkovska NM, Kozhakov VL, Kiriakova DA. Intra- and early postoperative outcomes of sentinel lymph node biopsy under indocyanine green-guided mapping in patients with early-stage endometrial cancer. *Scientific digest of association of obstetricians and gynaecologists of Ukraine*. 2023;(52):11–6. (in Ukrainian). DOI: [https://doi.org/10.35278/2664-0767.2\(52\).2023.298039](https://doi.org/10.35278/2664-0767.2(52).2023.298039)
- Abu-Rustum NR, Campos SM, Amarnath S, Arend R, Barber E, Bradley K, et al. NCCN Guidelines® Insights: Uterine Neoplasms, Version 3.2025. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2025;23(8):284–91. DOI: <https://doi.org/10.6004/jnccn.2025.0038>
- Oaknin A, Bosse TJ, Creutzberg CL, Giromelli G, Harter P, Joly F, et al. Endometrial cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*. 2022;33(9):860–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.05.009>
- Towner M, Underkoffler K, Uhr A, Robison K, Moore RG. Patient, disease and surgeon predictors of successful bilateral sentinel lymph node mapping for endometrial cancer: A retrospective, multicenter analysis. *Clinical Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2022;5(3):72–9. DOI: <https://doi.org/10.29328/journal.cjog.1001111>
- Raffone A, Fanfani F, Raimondo D, Rovero G, Renzulli F, Travaglini A, et al. Predictive factors of sentinel lymph node failed mapping in endometrial carcinoma patients: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2023;33(6):853–9. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2022-004014>
- Johnson L, Cunningham MJ. Morbid obesity increases the failure rate of sentinel lymph node mapping for endometrial carcinoma. *Journal of Robotic Surgery*. 2023;17(5):2047–52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01609-8>
- Gladchuk I, Marichereda V, Rozhkovska N, Kiriakova D, Sidak O, Petrovskiy Y, et al. ICG Mapping Of Sentinel Lymph Nodes In Patients With Early Stages Of Endometrial And Cervical Cancer Depending On Body Mass Index. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2025;35(2):100787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgc.2024.100787>
- Amant F, Mirza MR, Koskas M, Creutzberg CL. Cancer of the corpus uteri. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics*. 2018;143(Suppl 2):37–50. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijgo.12612>
- Fotopoulou C, Ind T, Baldwin P, Crawford R, Devaja O, Dobbs S, et al. Sentinel lymph node consensus document of the British Gynaecological Cancer Society for endometrial, vulvar, and cervical cancers. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2019;29(9):1348–50. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000798>
- Daniilidis A, Margioulas-Siarkou C, Margioulas-Siarkou G, Papandreou P, Papanikolaou A, Dinas K, et al. Sentinel lymph node mapping in endometrial cancer to reduce surgical morbidity: always, sometimes, or never. *Przegląd Menopauzalny*. 2022;21(3):207–13. DOI: <https://doi.org/10.5114/pm.2022.119862>
- Hari AY, Tewari KS. Sentinel lymphatic mapping for gynecologic malignancies. *Current Opinion in Obstetrics & Gynecology*. 2023;35(1):43–53. DOI: <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000000841>
- Zhuang Y, Xu Y, Deng P, Wang S, Nie H, Yang H. The prognostic significance and role of adjuvant therapy for low-volume nodal metastasis in apparent early stage endometrial cancer: an updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Gynecologic Oncology*. 2025;36(5):e67. DOI: <https://doi.org/10.3802/jgo.2025.36.e67>
- Kostun J, Mescalcin A, Pešta M, Slunečko R, Ismail KM, Smoligová V, et al. Evaluation of One Step Nucleic Acid Amplification for detection of lymph node metastases compared to histopathological ultrastaging in women with endometrial cancer: a protocol for a diagnostic accuracy study. *BMC Women's Health*. 2025;25(1):12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12905-025-03550-4>

19. Eriksson A.G.Z., Davidson B., Bjerre Trent P., Eyjólfssdóttir B., Dahl G.F., Wang Y. et al. Update on Sentinel Lymph Node Biopsy in Surgical Staging of Endometrial Carcinoma. *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10, № 14. P. 3094. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10143094>
20. Antoniuk K., Hansdorfer-Korzon R., Mrugacz M., Zorena K. Adipose Tissue and Biological Factors. Possible Link between Lymphatic System Dysfunction and Obesity. *Metabolites*. 2021. Vol. 11, № 9. P. 617. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo11090617>
21. Gedgaudaitė M., Paskauskas S., Bartusevicius A., Celiesiute J., Svedas E., Vaitkiene D. et al. Laparoscopic sentinel lymph node mapping with indocyanine green in endometrial cancer: surgeon's learning curve (cumulative sum analysis). *International Journal of Gynecological Cancer*. 2023. Vol. 33, № 4. P. 521–527. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2022-004033>
22. Tucker K., Staley S.A., Gehrig P.A., Soper J.T., Boggess J.F., Ivanova A. et al. Defining the learning curve for successful staging with sentinel lymph node biopsy for endometrial cancer among surgeons at an academic institution. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2020. Vol. 30, № 3. P. 346–351. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000942>
23. Dampali R., Nikolettos K., Psilopatis I., Kostaki E.G., Papadopoulos A.J., Attard-Montalto S. et al. The Impact of Body Mass Index on Sentinel Lymph Node Identification in Endometrial Cancer. *Anticancer Research*. 2025. Vol. 45, № 4. P. 1575–1581. DOI: <https://doi.org/10.21873/anticancer.17538>
24. Vargiu V., Rosati A., Capozzi V.A., Sozzi G., Gioè A., Berretta R. et al. Impact of Obesity on Sentinel Lymph Node Mapping in Patients with apparent Early-Stage Endometrial Cancer: The ObeLyX study. *Gynecologic Oncology*. 2022. Vol. 165, № 2. P. 215–222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2022.03.003>
25. Taliento C., Scutiero G., Cucinella G., Chiantera V., Pontrelli G., Klaric M. et al. Predictive Factors for Failed Sentinel Lymph Node Mapping in Endometrial Cancer: A Retrospective Multicenter Study. *Journal of Surgical Oncology*. 2025. Vol. 132, № 8. P. 1391–1398. DOI: <https://doi.org/10.1002/jso.70106>
26. Mauro J., Raimondo D., Di Martino G., Gasparri M.L., Restaino S., Neola D. et al. Assessment of sentinel lymph node mapping with different volumes of Indocyanine green in early-stage Endometrial cancer: the ALIEN study. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2024. Vol. 34, № 6. P. 824–829. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2023-005100>
27. Maramai M., Achilarré M.T., Aloisi A., Betella I., Bogliolo S., Garbi A. et al. Cervical re-injection of indocyanine green to improve sentinel lymph node detection in endometrial cancer. *Gynecologic Oncology*. 2021. Vol. 162, № 1. P. 38–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2021.04.026>
28. Bizzarri N., Schivardi G., Di Martino G., Antonacci A., Querleu D., Pedone Anchora L. et al. Factors associated with bilateral sentinel lymph node mapping failure using indocyanine green in patients with apparent early-stage cervical cancer: An Italian retrospective multi-center study. *European Journal of Surgical Oncology*. 2025. Vol. 51, № 7. P. 109981. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2025.109981>
29. Arciuolo D., Travaglino A., Raffone A., Raimondo D., Santoro A., Russo D. et al. TCGA Molecular Prognostic Groups of Endometrial Carcinoma: Current Knowledge and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 19. P. 11684. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms231911684>
19. Eriksson AGZ, Davidson B, Bjerre Trent P, Eyjólfssdóttir B, Dahl GF, Wang Y, et al. Update on Sentinel Lymph Node Biopsy in Surgical Staging of Endometrial Carcinoma. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(14):3094. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10143094>
20. Antoniuk K, Hansdorfer-Korzon R, Mrugacz M, Zorena K. Adipose Tissue and Biological Factors. Possible Link between Lymphatic System Dysfunction and Obesity. *Metabolites*. 2021;11(9):617. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo11090617>
21. Gedgaudaitė M, Paskauskas S, Bartusevicius A, Celiesiute J, Svedas E, Vaitkiene D, et al. Laparoscopic sentinel lymph node mapping with indocyanine green in endometrial cancer: surgeon's learning curve (cumulative sum analysis). *International Journal of Gynecological Cancer*. 2023;33(4):521–7. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2022-004033>
22. Tucker K, Staley SA, Gehrig PA, Soper JT, Boggess JF, Ivanova A, et al. Defining the learning curve for successful staging with sentinel lymph node biopsy for endometrial cancer among surgeons at an academic institution. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2020;30(3):346–51. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000942>
23. Dampali R, Nikolettos K, Psilopatis I, Kostaki EG, Papadopoulos AJ, Attard-Montalto S, et al. The Impact of Body Mass Index on Sentinel Lymph Node Identification in Endometrial Cancer. *Anticancer Research*. 2025;45(4):1575–81. DOI: <https://doi.org/10.21873/anticancer.17538>
24. Vargiu V, Rosati A, Capozzi VA, Sozzi G, Gioè A, Berretta R, et al. Impact of Obesity on Sentinel Lymph Node Mapping in Patients with apparent Early-Stage Endometrial Cancer: The ObeLyX study. *Gynecologic Oncology*. 2022;165(2):215–22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2022.03.003>
25. Taliento C, Scutiero G, Cucinella G, Chiantera V, Pontrelli G, Klaric M, et al. Predictive Factors for Failed Sentinel Lymph Node Mapping in Endometrial Cancer: A Retrospective Multicenter Study. *Journal of Surgical Oncology*. 2025;132(8):1391–8. DOI: <https://doi.org/10.1002/jso.70106>
26. Mauro J, Raimondo D, Di Martino G, Gasparri ML, Restaino S, Neola D, et al. Assessment of sentinel lymph node mapping with different volumes of Indocyanine green in early-stage Endometrial cancer: the ALIEN study. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2024;34(6):824–9. DOI: <https://doi.org/10.1136/ijgc-2023-005100>
27. Maramai M, Achilarré MT, Aloisi A, Betella I, Bogliolo S, Garbi A, et al. Cervical re-injection of indocyanine green to improve sentinel lymph node detection in endometrial cancer. *Gynecologic Oncology*. 2021;162(1):38–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2021.04.026>
28. Bizzarri N, Schivardi G, Di Martino G, Antonacci A, Querleu D, Pedone Anchora L, et al. Factors associated with bilateral sentinel lymph node mapping failure using indocyanine green in patients with apparent early-stage cervical cancer: An Italian retrospective multi-center study. *European Journal of Surgical Oncology*. 2025;51(7):109981. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2025.109981>
29. Arciuolo D, Travaglino A, Raffone A, Raimondo D, Santoro A, Russo D, et al. TCGA Molecular Prognostic Groups of Endometrial Carcinoma: Current Knowledge and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(19):11684. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms231911684>

Обмеження дослідження

Дослідження має обмеження, пов'язані з його ретроспективним одноцентровим дизайном та обмеженим обсягом вибірки, що може впливати на екстраполяцію результатів.

Limitations of the study

The study has limitations related to its retrospective, single-center design and small sample size, which may affect the generalizability of the results.

Перспективи подальших досліджень

Подальші проспективні багатоцентрові дослідження є доцільними для підтвердження оптимальних часових параметрів експозиції ICG, особливо у пацієнток із підвищеним ІМТ. Перспективним напрямком є розробка стандартизованих протоколів введення барвника з урахуванням антропометричних характеристик пацієнток. Також доцільним є вивчення комбінованих методик картування та використання сучасних візуалізаційних технологій з метою підвищення частоти білатерального виявлення сторожових лімфатичних вузлів.

Prospects for further research

Further prospective multicenter studies are warranted to confirm the optimal duration of ICG exposure, particularly in patients with a high BMI. A promising area of research is the development of standardized dye administration protocols that take into account patients' anthropometric characteristics. It is also advisable to study combined mapping techniques and the use of modern imaging technologies to increase the rate of bilateral detection of sentinel lymph nodes.

Конфлікт інтересів

Conflict of interest

Всі автори подали до редакції заповнену Єдину форму розкриття конфлікту інтересів Міжнародного комітету редакторів медичних журналів «ICMJE» (International Committee of Medical Journal Editors), яка доступна за посиланням:

<http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

Автори рукопису свідомо засвідчують відсутність фактичного або потенційного конфлікту інтересів щодо результатів цієї роботи з фармацевтичними компаніями, виробниками біомедичних пристроїв, іншими організаціями, чиї продукти, послуги, фінансова підтримка можуть бути пов'язані з предметом наданих матеріалів або які спонсорували проведені дослідження.

All authors have submitted to the editorial office the completed ICMJE Conflict of Interest Disclosure Form (International Committee of Medical Journal Editors), available at:

<http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

The authors of the manuscript hereby certify that there is no actual or potential conflict of interest regarding the results of this work with pharmaceutical companies, manufacturers of biomedical devices, other organizations whose products, services, or financial support may be related to the subject matter of the submitted materials or which sponsored the conducted research.

Дотримання етичних норм

Ethics statement

Автори рукопису свідомо засвідчують, що дослідження проводилось з використанням даних первинної медичної документації. Дослідження проведено відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини, директиви Європейського товариства 86/609 про участь людей у медико-біологічних дослідженнях, а також наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р. Інформована згода на участь у дослідженні була отримана від усіх учасників після надання їм зрозумілої, повної та доступної інформації за мету, дизайн і методологію дослідження, його потенційні ризики, очікувані переваги та можливі альтернативи. Усі учасники підтвердили свою добровільну участь шляхом підписання документа про інформовану згоду.

The authors of the manuscript hereby certify that the study was conducted using data from primary medical records. The study was conducted in accordance with the ethical standards of the World Medical Association's Declaration of Helsinki on the ethical principles of conducting medical research involving human subjects, European Community Directive 86/609 on the use of animals for experimental and other scientific purposes, as well as Order № 690 of the Ministry of Health of Ukraine dated September 23, 2009. Informed consent for participation in the study was obtained from all participants after they were provided with clear, complete, and accessible information regarding the purpose, design, and methodology of the study, its potential risks, expected benefits, and possible alternatives. All participants confirmed their voluntary participation by signing an informed consent form.

Використання штучного інтелекту

Use of artificial intelligence

Автори заявляють, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або сервісів генеративного штучного інтелекту (ШІ) для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту (GAIDeT, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалізації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного ШІ, виключно авторами.

The authors declare that, in the course of conducting the research and preparing this manuscript, they did not use any generative artificial intelligence (AI) tools or services to perform any of the tasks listed in the Taxonomy of Generative AI Task Delegation (GAIDeT, 2025). All stages of the work – from conceptualization to final editing – were performed without the use of generative AI, exclusively by the authors.

Первинні дані та матеріали

Data availability statement

Автори рукопису свідомо засвідчують, що у роботі використано результати власних клінічних досліджень, що були систематизовані та проаналізовані авторами. Первинні дані включають узагальнені показники пацієнтів, протоколи та отримані кількісні характеристики. Всі матеріали збережені в архіві дослідницької групи та можуть бути надані за обґрунтованим запитом до автора-кореспондента, з урахуванням вимог конфіденційності та етичних норм.

The authors of the manuscript expressly state that the work draws on the results of their own clinical studies, which have been systematized and analyzed by the authors. The raw data include aggregated patient metrics, protocols, and quantitative characteristics obtained. All materials are stored in the research group's archive and may be provided upon a reasonable request to the corresponding author, subject to confidentiality requirements and ethical standards.

Інформація про фінансування

Funding information

Фінансування видатками Державного бюджету України.

Funding from the State Budget of Ukraine.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Гладчук Ігор Зіновійович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри акушерства та гінекології Одеського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; вул. Пастера, буд. 9, м. Одеса, Україна, 65023;
e-mail: igor.gladchuk@gmail.com
тел.: +38 (067) 654-70-00

Внесок автора: концепція статті, редагування та затвердження остаточного варіанту.

Кір'якова Дар'я Андріївна – студентка 6-го курсу Одеського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; вул. Пастера, буд. 9, м. Одеса, Україна, 65023;
e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com
тел.: +38 (099) 560-54-25

Внесок автора: аналіз даних, збір матеріалу.

Сідак Олексій Євгенійович – аспірант кафедри акушерства і гінекології Одеського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; вул. Пастера, буд. 9, м. Одеса, Україна, 65023; лікар акушер-гінеколог, завідувач онкогінекологічного відділення Комунального підприємства «Криворізький онкологічний диспансер» Дніпропетровської обласної ради; вул. Дніпровське шосе, буд. 41, м. Кривий Ріг, Україна, 50048;
e-mail: alexeysidak@gmail.com
тел.: +38 (097) 719-47-78

Внесок автора: інтерпретація даних, підготовка статті до друку, аналіз літературних даних.

Герасименко Олег Сергійович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри онкології, реконструктивної хірургії, радіології та радіаційної медицини Одеського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; пров. Валіховський, буд. 2, м. Одеса, Україна, 65082; заступник начальника центру, провідний хірург Військово-медичного клінічного центру Південного регіону Міністерства оборони України; вул. Пироговська, буд. 2/2, м. Одеса, Україна, 65044;
e-mail: oleh.herasymenko@onmedu.edu.ua
тел.: +38 (067) 906-13-68

Внесок автора: перевірка, рецензування та редагування статті.

Запорожан Валерій Миколайович – Академік Національної академії медичних наук України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, доктор медичних наук, професор, заслужений винахідник України, ректор Одеського національного медичного університету Міністерства охорони здоров'я України; вул. Пастера, буд. 9, м. Одеса, Україна, 65023;
e-mail: zaporozhan.v@ukr.net
тел.: +38 (048) 723-42-49

Внесок автора: формулювання висновків, підготовка статті до публікації.

Gladchuk Igor Zinovievich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology of the Odesa National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 9 Pastera Str., Odesa, Ukraine, 65023;
e-mail: igor.gladchuk@gmail.com
tel.: +38 (067) 654-70-00

Author's contribution: concept of the article, editing, and approval of the final version.

Kiriakova Daria Andriivna – Student 6th year of the Odesa National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 9 Pastera Str., Odesa, Ukraine, 65023;
e-mail: kiryakova.darya02@gmail.com
tel.: +38 (099) 560-54-25

Author's contribution: data analysis, data collection.

Sidak Olexsiy Yevgenyevich – Postgraduate student of Department of Obstetrics and Gynecology of the Odesa National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 9 Pastera Str., Odesa, Ukraine, 65023; Obstetrician-gynecologist, Head of the Oncogynecology Department of the Municipal Enterprise «Kryvyi Rih Oncology Dispensary» of the Dnipropetrovsk Regional Council; 41 Dniprovsk Highway, Kryvyi Rih, Ukraine, 50048;
e-mail: alexeysidak@gmail.com
tel.: +38 (097) 719-47-78

Author's contribution: data interpretation, preparation of the article for publication, analysis of literature data.

Herasymenko Oleh Serhiyovych – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Oncology, Reconstructive Surgery, Radiology and Radiation Medicine of the Odesa National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 2 Valikhovskiy Lane, Odesa, Ukraine, 65082; Deputy Head of the Center, Leading Surgeon of the Military Medical Clinical Center of the Southern Region of the Ministry of Defense of Ukraine; 2/2 Pyrohovska Str., Odesa, Ukraine, 65044;
e-mail: oleh.herasymenko@onmedu.edu.ua
tel.: +38 (067) 906-13-68

Author's contribution: verification, review, and editing.

Zaporozhan Valerii Mykolaiovych – Academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, recipient of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine, Rector of Odesa National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 9 Pastera Str., Odesa, Ukraine, 65023;
e-mail: zaporozhan.v@ukr.net
tel.: +38 (048) 723-42-49

Author's contribution: drafting the conclusions, preparing the article for publication.

Рукопис надійшов
Manuscript was received
10.05.2026

Отримано після рецензування
Received after review
29.05.2026

Прийнято до друку
Accepted for printing
09.06.2026

Опубліковано
Published
30.06.2026