

УДК 617-089.844:611-018.08:378.046.4

DOI: <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2026.2.16453>**Мирослав Кріцак**ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1020-3584>**Ігор Дзюбановський**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0479-5758>**Олег Ясіновський**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5121-3140>*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України***ЕКСТРАПОЛЯЦІЯ ХІРУРГІЧНИХ НАВИЧОК ПОЗА МЕЖАМИ
ОПЕРАЦІЙНОЇ: КАСКАДНА МОДЕЛЬ ОПАНУВАННЯ
ЛАПАРОСКОПІЧНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ КУРСАНТАМИ
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ****Myroslav Kritsak, Ihor Dzubanovsky, Oleh Yasinovskyi***Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine***EXTRAPOLATION OF SURGICAL SKILLS OUTSIDE THE OPERATING
ROOM: A CASCADE MODEL OF MASTERING LAPAROSCOPIC
TECHNOLOGIES BY POSTGRADUATE STUDENTS**

Анотація. Сучасна лапароскопічна хірургія висуває високі вимоги до психомоторних навичок фахівця, оскільки робота в умовах обмеженого простору та 2D-візуалізації потребує повної деконструкції базових моторних рефлексів. Традиційна модель «від майстра до учня» безпосередньо в операційній асоціюється з підвищеним ризиком ятрогенних ускладнень. Перенесення «кривої навчання» поза межі клінічної практики є критично необхідним для забезпечення безпеки пацієнтів. Метою роботи було наукове обґрунтування та оцінка ефективності комплексної каскадної моделі підготовки лікарів-курсантів до лапароскопічних втручань, що поєднує теоретичну підготовку, симуляційні тренування на бокс-тренажерах та практику у навчальній операційній на експериментальних тваринах. У проспективне дослідження залучено 12 лікарів-курсантів без попереднього досвіду самостійних операцій. Програма включала три блоки: теоретико-морфологічний, тренажерний (бокс-тренажери) та практичний (навчальні операції на експериментальних тваринах). Оцінка технічних навичок проводилася за шкалою OSATS у трьох точках: T0 (вхідний контроль), T1 (після тренажерів) та T2 (після практики на живому організмі). Статистична обробка проведена за допомогою ANOVA Велча та пост-хок тесту Тьюкі в Jamovi. Встановлено статистично значуще зростання майстерності за всіма доменами шкали OSATS ($p < 0,001$). Симуляційний етап забезпечив стрімкий приріст ергономіки рухів у 3 рази та техніки роботи з інструментами у 3,2 рази. Проте лише експериментальні тварини дозволили достовірно покращити делікатність маніпуляцій з тканинами, на що вказував додатковий приріст на 30,4%, ($p < 0,01$). Фінальна якість виконання операції на етапі T2 зросла у 4,5 рази порівняно з T0. Каскадна модель навчання є високоефективним інструментом підготовки, де блок-тренажери формують технічну базу, а навчальна операційна є незамінним містком для опанування «відчуття тканини». Формат навчання у малих групах дозволяє оптимізувати криву навчання та гарантувати якість підготовки до виходу в клінічну практику.

Ключові слова: лапароскопія; OSATS; каскадна модель навчання; симуляційне навчання; крива навчання.

Abstract. Modern laparoscopic surgery places high demands on a specialist's psychomotor skills, as working in a confined space and with 2D visualization requires a complete deconstruction of basic motor reflexes. The traditional "master-to-student" model directly in the operating room is associated with an increased risk of iatrogenic complications. Shifting the "learning curve" outside of clinical practice is critically necessary to ensure patient safety. The aim of the study was the scientific substantiation and evaluation of the effectiveness of a comprehensive cascade model for training resident physicians for laparoscopic interventions, which combines theoretical training, simulation training on box trainers, and practice in a teaching operating room on experimental animals. A prospective study involved 12 resident physicians without prior experience in independent surgery. The program included three blocks: theoretical-morphological, trainer-based (box trainers), and practical (teaching surgeries on experimental animals). Technical skills were assessed using the OSATS scale at three points: T0 (baseline control), T1 (after trainers), and T2 (after practice on a living organism). Statistical processing was performed using Welch's ANOVA and Tukey's post-hoc test in Jamovi. A statistically significant increase in proficiency was established across all domains of the OSATS scale ($p < 0.001$). The simulation stage provided a rapid increase in movement ergonomics by 3 times and instrument handling technique by 3.2 times. However, only experimental animals allowed for a significant improvement

in the delicacy of tissue manipulation, as indicated by an additional increase of 30.4% ($p < 0.01$). The final quality of surgical performance at stage T2 increased by 4.5 times compared to T0. The cascade training model is a highly effective training tool, where box trainers form the technical base, and the teaching operating room serves as an indispensable bridge for mastering the "feeling of tissue." The small-group training format allows for the optimization of the learning curve and guarantees the quality of preparation before entering clinical practice.

Key words: laparoscopy; OSATS; cascade training model; simulation training; learning curve.

Вступ. Сучасна хірургічна парадигма останніх десятиліть зазнала фундаментальних трансформацій, змістивши акцент із широких лапаротомних доступів у бік мініінвазивних технологій. Лапароскопія де-факто стала «золотим стандартом» у лікуванні широкого спектра патологій внутрішніх органів (Tetteh et al., 2024). Проте її стрімке впровадження висунуло безпрецедентні вимоги до системи медичної освіти. Протягом багатьох десятиліть професійна підготовка базувалася на принципі безпосередньої передачі мануального досвіду «від майстра до учня» безпосередньо біля операційного столу (модель Вільяма Холстеда) (Wright & Schachar, 2020). Проте лапароскопія вимагає від спеціаліста формування принципово нової архітектури моторних навичок, яка докорінно відрізняється від мануальної техніки у відкритій хірургії.

Головною складністю лапароскопічного методу є робота в умовах обмеженого простору та специфічне «сенсорне голодування». Хірург позбавляється безпосереднього тактильного зв'язку з тканинами, який був основою майстерності протягом століть. Замість тривимірного сприйняття операційного поля лікар отримує двовимірне зображення на екрані монітора, що вимагає складної когнітивної трансформації (Cullinan, 2017). Мозку необхідно в режимі реального часу інтерпретувати 2D-картинку як 3D-простір, що значно підвищує поріг втомлюваності та ймовірність помилки.

Додатковим психомоторним бар'єром є ефект важеля, де точка фіксації інструмента в троакарі зумовлює парадоксальну траєкторію: рух руки хірурга в один бік призводить до руху робочої частини інструмента всередині черевної порожнини в протилежний (Peláez Mata et al., 2021). Це вимагає від курсантів не просто тренувань, а повної деконструкції базових моторних рефлексів та формування нових нейронних зв'язків. У таких умовах традиційні методи навчання часто виявляються малоефективними, оскільки вони не враховують високу психофізіологічну ціну адаптації до інструментального інтерфейсу (Reitano et al., 2021).

Традиційна модель навчання «дивлюсь – допомагаю – роблю» демонструє свою обмеженість та потенційну небезпеку для пацієнта. Доведено, що «крива навчання» у мініінвазивній хірургії є довшою та технічно складнішою (Suguita et al., 2017). Початкові етапи освоєння методик асоціюються з підвищеним ризиком ятрогенних

ускладнень, серед яких пошкодження магістральних судин та позапечічкових жовчних протоків. Останнє часто призводить до розвитку механічної жовтяниці, що потребує складних повторних реконструктивних втручань та значно погіршує прогноз для пацієнта (Tariq et al., 2025).

У сучасній хірургічній практиці безпека пацієнта є пріоритетом номер один, проте період освоєння лапароскопічних навичок залишається зоною підвищеного ризику. Згідно з даними ретроспективних аналізів, частота значних ятрогенних ускладнень під час подолання «кривої навчання» є в 3-5 разів вищою, ніж у досвідчених фахівців. Зокрема, при виконанні лапароскопічної холецистектомії ризик пошкодження жовчних шляхів у початківців (перші 30-50 операцій) становить від 0,5% до 1,5%, тоді як показник у експертів не перевищує 0,1 % (Chan et al., 2023). Розвиток жовтяниці внаслідок технічної помилки збільшує летальність на 2-4 % та вимагає тривалого реабілітаційного періоду.

Аналіз Гарвардської медичної школи вказує на те, що «людський фактор» та недостатність психомоторної координації є причиною 75% усіх інтраопераційних інцидентів. Витрати на корекцію ускладнень, спричинених помилками курсантів, можуть у 7-10 разів перевищувати вартість організації повноцінного симуляційного навчання (Igaki et al., 2023). Саме тому перенесення початкового етапу «кривої навчання» з клінічної операційної до тренажерного залу та навчальної операційної з використанням експериментальних тварин є не просто педагогічною інновацією, а економічно та етично обґрунтованою необхідністю.

Мета дослідження. Метою даного дослідження є наукове обґрунтування та оцінка ефективності комплексної педагогічної моделі підготовки лікарів-курсантів хірургічного профілю до лапароскопічних втручань, що базується на поєднанні поглибленого вивчення патоморфології, симуляційних тренувань та інтенсивного курсу практичних занять з використанням експериментальних тварин.

Методи дослідження. Проведено проспективне порівняльне дослідження, спрямоване на оцінку ефективності трирівневої моделі навчання лапароскопічним навичкам. У дослідженні взяли участь 12 лікарів курсантів (6 лікарів-хірургів, 4 лікарі-акушер-гінекологи, 2 лікарі-урологи). До цієї групи дослідження увійшли фахівці, які не мали досвіду самостійного виконання лапа-

роскопічних втручань. Допускався мінімальний попередній досвід у якості другого асистента (не більше 3-5 втручань), що дозволяло оцінити ефективність навчання «з нуля» для формування базових психомоторних навичок.

Дослідження проводилося на базі циклів тематичного удосконалення «Лапароскопічні та інші малоінвазивні технології в хірургії, гінекології та урології» (тривалістю 1 місяць). Малий обсяг навчальних груп (по 6 курсантів у кожній) був зумовлений специфікою опанування високотехнологічних навичок, що потребує безперервного контролю викладача та максимального часу індивідуальної роботи на бокс-тренажерах і у навчальній операційній.

Всі етапи дослідження, що включали роботу з експериментальними тваринами, проводилися відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) та діючих біоетичних норм. Тварини перебували під загальним знеболенням із дотриманням усіх правил асептики та антисептики.

Програма підготовки була розділена на три послідовні блоки:

1. Теоретико-морфологічний блок: інтерактивні лекції та розгляд етапів операцій з акцентом на патоморфологічні зміни тканин, топографічну анатомію операційної зони та профілактику технічних помилок, що призводять до розвитку ятрогенних ускладнень.

2. Тренажерний блок: відпрацювання базових навичок на бокс-тренажерах (координація, навігація, препарування, інтракорпоральний вузол та інтракорпоральний шов) від простих вправ до складних процедур.

3. Практичний блок: виконання навчальних повноцінних операцій на живому організмі (експериментальна тварина) під наркозом для закріплення навичок роботи з реальними тканинами та гемостазу.

Оцінка прогресу курсантів проводилася у чотирьох часових точках:

- T0: перша спроба виконання маніпуляцій на експериментальній тварині до початку основного навчання.

- T1: виконання аналогічного завдання у навчальній операційній після проходження теоретичного та тренажерного блоку навчання.

- T2: повторні навчальні операції (у кількості 7 для кожного курсанта), для оцінки стабільності навички та формування «плато» майстерності, оцінка на основі останньої операції.

Для нівелювання суб'єктивізму використовувалася валідована шкала OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills). Максимально можливий сумарний бал за шкалою

OSATS становив 25. Кожен курсант оцінювався за 5-бальною системою (від 1 до 5) за наступними критеріями:

1. Делікатність маніпуляцій з тканинами: атравматичність маніпуляцій та відсутність ненавмисних травм (1 бал – грубі маніпуляції, що призводять до розривів або ненавмисних кровотеч, 5 балів – делікатна робота, адекватна сила натягу, відсутність ятрогенних пошкоджень).

2. Ергономіка рухів: відсутність хаотичних жестів та цілеспрямованість траєкторії інструментів (1 бал – хаотичні рухи, постійна втрата інструмента з поля зору, багато зайвих жестів, 5 балів – прямі та цілеспрямовані рухи, максимальна ефективність кожної маніпуляції).

3. Робота з інструментами: правильність вибору та використання лапароскопічного інструментарію (1 бал – нерозуміння ефекту важеля, постійні зіткнення інструментів, погана орієнтація в 2D-просторі, 5 балів – впевнена орієнтація, робота без когнітивних пауз, правильне позиціонування інструментів).

4. Знання етапів операції: чітке розуміння послідовності дій (1 бал – зупинки після кожного кроку, невпевненість у наступній дії, 5 балів – плавний перехід між етапами операції, чітке виконання протоколу).

5. Якість кінцевого результату: герметичність швів, надійність гемостазу (1 бал – завдання не виконане або виконане з критичними помилками (наприклад, негерметичний шов), 5 балів – ідеальний результат, що відповідає клінічним стандартам).

Застосування шкали OSATS дозволило об'єктивізувати оцінку технічних навичок на кожному етапі навчання (від вхідного контролю до фінального закріплення). Це надало можливість математично обґрунтувати ефективність запропонованої моделі, а також проаналізувати індивідуальну динаміку кривої навчання та професійного зростання кожного фахівця.

Статистична обробка отриманих результатів проводилася з використанням програмного забезпечення Jamovi (version 2.4). Перевірка на нормальність розподілу здійснювалася за допомогою критерію Шапіро-Вілка. Оскільки для низки показників було виявлено статистично значуще відхилення від нормального розподілу ($p < 0,05$), результати представлені не лише у вигляді середнього арифметичного та стандартного відхилення ($M \pm SD$), а й у формі медіани (Me) та інтерквартильного розмаху [$Q1$; $Q3$]. Враховуючи гетерогенність дисперсій (за результатами тесту Левена), було застосовано потужну модифікацію – ANOVA Велча, яка є стійкою до порушень гомогенності та нормальності розподілу. Для проведення попарних порівнянь між етапами та визначення етапу, на якому від-

бувався найбільш значущий приріст майстерності, використовувався апостеріорний критерій Тьюкі (Tukey post-hoc test). Статистично значущими вважали результати при рівні ймовірності помилки $p < 0,05$.

Результати та обговорення. Узагальнені результати оцінки мануальних навичок курсантів на різних етапах навчання представлені у таблиці 1.

Аналіз вхідного контролю показника делікатності маніпуляцій з тканинами продемонстрував критично низький рівень базової техніки, при цьому більшість курсантів не володіли навичками дбайливого поводження з тканинами (Табл. 1). Впровадження симуляційного етапу тренінгу дозволило майже вдвічі підвищити середній бал групи (Рис. 1, А), що свідчить про ефективність відпрацювання базових алгоритмів на бокс-тренажерах. Проте найбільш якісний стрибок зафіксовано після переходу до роботи у навчальній операційній. Робота з живими біологічними тканинами забезпечила приріст показника ще на 30,4 % порівняно з симулятором ($p < 0,01$), що дозволило курсантам вийти на рівень, максимально наближений до ідеального. Візуалізація даних на рисунку 1 (А) чітко демонструє подолання варіабельності результатів. Якщо на початку навчання розкид балів був значним, то після завершення каскадного курсу спостерігається консолідація групи навколо максимальної оцінки (Ме – 5,0).

Ергономіка рухів та робота з інструментами. Ці два домени продемонстрували найбільш стрімкий прогрес саме на першому етапі навчання. Завдяки тренінгу на бокс-тренажерах

рівень ергономіки зріс майже у 3 рази, а навички роботи з інструментами – у 3,2 рази порівняно з вихідними даними. На рисунку 1 (Б, В) видно, що основний масив точок перемістився з нижньої межі графіка до позначки 4,0 бала вже після Т1. Подальший етап навчальних операцій (Т2) не дав вибухового зростання, приріст склав лише 10-11%, проте він сприяв стабілізації навичок, що візуально підтверджується звуженням контурів «скрипок» та зменшенням розкиду індивідуальних результатів.

Показник знання етапів операції демонстрував найбільш рівномірне зростання. Якщо після симулятора рівень знань зріс на 41%, то навчальні операції на експериментальних тваринах додав ще 41% ефективності (Рис. 1, Г). Це вказує на те, що робота з реальними тканинами критично важлива для остаточного розуміння хірургічної топографії та послідовності дій, де на етапі Т2 курсанти досягли практично ідеального результату (Ме – 5,0).

Якість кінцевого результату – це підсумковий показник, який продемонстрував найпотужнішу кумулятивну динаміку. За весь період запропонованого навчання якість виконання втручання покращилася у 4,5 рази порівняно з вхідним контролем (Табл. 1). Рисунок 1 (Д) демонструє класичну картину успішного навчання. Повний перехід групи від хаотичного розподілу на рівні 1,0 бала до консолідованого «ефекту стелі» на рівні 5,0 балів. Статистична значущість приросту на кожному етапі ($p < 0,001$) підтверджує, що кожен крок каскадної моделі є незамінним для досягнення фінальної майстерності.

Таблиця 1

Динаміка показників мануальної компетентності курсантів за шкалою OSATS (n=12)

Показник (шкала OSATS)	Часова точка	M ± SD	Me [Q1; Q3]
Делікатність маніпуляцій з тканинами	T0	1,92 ± 0,99***	2,00[1,00; 2,25]
	T1	3,58 ± 0,66	3,50[3,00; 4,00]***
	T2	4,67 ± 0,49	5,00[4,00; 5,00] ***/##
Ергономіка рухів	T0	1,33 ± 0,49	1,00[1,00; 2,00]
	T1	3,75 ± 0,75	4,00[3,00; 4,00] ***
	T2	4,17 ± 0,38	4,00[4,00; 4,00] ***
Робота з інструментами	T0	1,17 ± 0,38	1,00[1,00; 1,00]
	T1	3,83 ± 0,71	4,00[3,00; 4,00] ***
	T2	4,25 ± 0,75	4,00[4,00; 5,00] ***
Знання етапів операції	T0	2,42 ± 0,51	2,00[2,00; 3,00]
	T1	3,42 ± 0,51	3,00[3,00; 4,00] ***
	T2	4,83 ± 0,38	5,00[5,00; 5,00] ***/###
Якість кінцевого результату	T0	1,08 ± 0,28	1,00[1,00; 1,00]
	T1	3,83 ± 0,83	4,00[3,00; 4,25] ***
	T2	4,92 ± 0,28	5,00[5,00; 5,00] ***/###

Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з T0; ** – $p < 0,01$ порівняно з T0; *** – $p < 0,001$ порівняно з T0; # – $p < 0,05$ порівняно з T1; ## – $p < 0,01$ порівняно з T1; ### – $p < 0,001$ порівняно з T1.

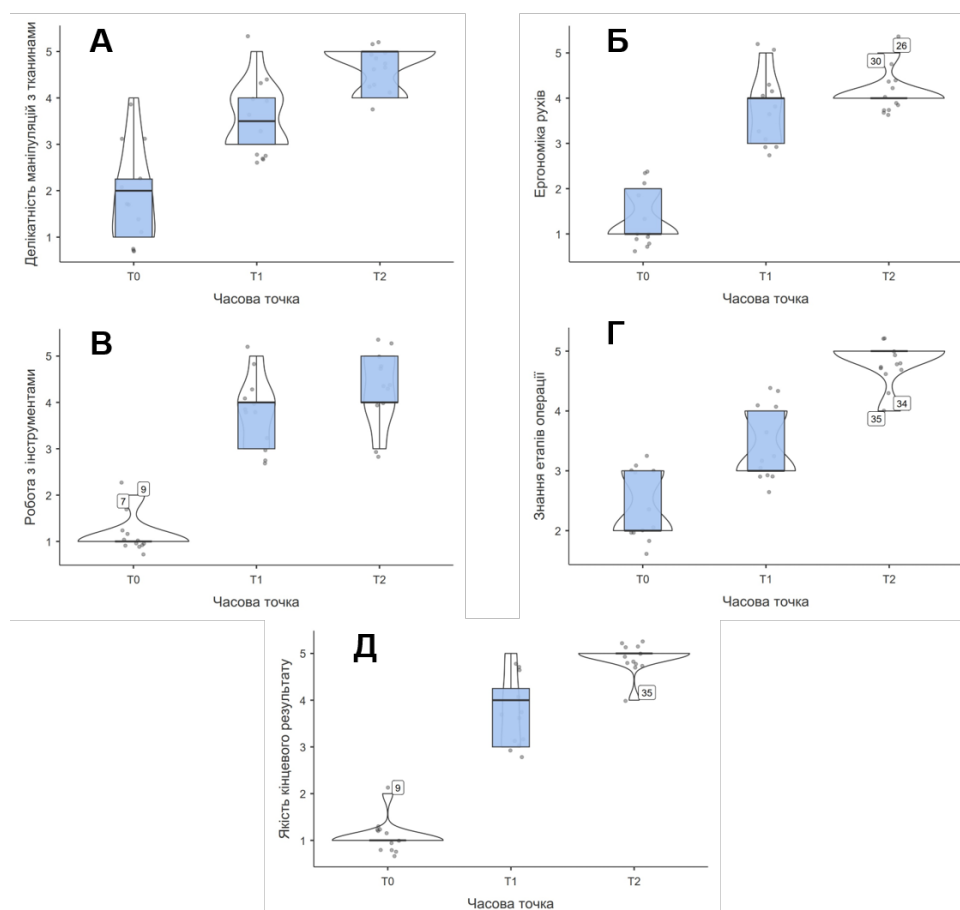


Рис. 1. Динаміка формування мануальної компетентності курсантів за шкалою OSATS на етапах реалізації каскадної моделі навчання (n=12): А – делікатність маніпуляцій з тканинами; Б – ергономіка рухів; В – робота з інструментами; Г – знання етапів операції; Д – якість кінцевого результату

Примітка: центральна горизонтальна лінія – медіана; межі зафарбованих прямокутників (Box-plot) – міжквартильний розмах [Q1; Q3]; контури «скрипок» (Violin-plot) відображають щільність розподілу значень; точки – індивідуальні результати кожного курсанта; T0 – вхідний контроль, T1 – після симуляційного тренінгу на бокс-тренажерах, T2 – після етапу навчання на експериментальних тваринах.

Отримані дані підтверджують гіпотезу про високу ефективність триетапної каскадної моделі навчання лапароскопічним навичкам. Найбільш дискусійним питанням у сучасній медичній освіті залишається визначення моменту, коли курсант готовий до переходу від симулятора до операційної. Наше дослідження продемонструвало, що хоча симуляційний етап (T1) закладає міцний фундамент ергономіки та техніки володіння інструментами, він не здатний повною мірою сформувати «відчуття тканини».

Результати корелюють із положеннями, викладеними у базових роботах щодо методики викладання хірургічних навичок (Dudchenko et al., 2023), де наголошується на необхідності ступеневого переходу від простого до складного. Зокрема, статистично значущий приріст показника делікатності маніпуляцій саме після виваріального етапу (T2) свідчить про те, що біологічна модель є незамінним містком між пластиковим тренажером та живим пацієнтом.

Цікавим є виявлений «ефект стелі» для показників знання етапів операції та якості результату. Це вказує на те, що запропонована інтенсивність навчання (місячні курси тематичного удосконалення) є достатньою для повної консолідації навичок у групі із 6 чоловік. На відміну від традиційного навчання, де крива навчання може бути розтягнутою в часі, каскадна модель забезпечує швидко та однорідну підготовку спеціалістів.

Високий приріст мануальної майстерності, зафіксований у нашому дослідженні, ми пов'язуємо з оптимальним співвідношенням викладач/курсант. Формат малої групи дозволив реалізувати концепцію «майстер-учень», де кожен учасник отримував миттєвий зворотний зв'язок під час виконання етапів навчання, що є значно обмеженим при великій кількості слухачів.

Обмеженням даного дослідження можна вважати невелику вибірку курсантів, проте використання ANOVA Велча та детального візуального

аналізу розподілу дозволило отримати достовірні результати навіть у цих умовах.

Висновки. Впровадження трирівневої каскадної моделі підготовки дозволило статистично значущо ($p < 0,001$) підвищити рівень мануальної компетентності курсантів за всіма доменами шкали OSATS. Найбільш виражений сумарний приріст зафіксовано за показником якості кінцевого результату, який покращився у 4,5 раза порівняно з вихідним рівнем. Встановлено диференційований вплив етапів навчання на формування навичок. Симуляційний тренінг на бокс-тренажерах є базовим для опанування ергономіки рухів та техніки роботи з інструментами (приріст у 3,0-3,2 раза), тоді як етап навчальних операцій на експериментальних тваринах є критично необхідним для формування делікатності маніпуляцій з тканинами та подолання «кривої навчання» без ризику для пацієнтів. Це доводить, що каскадна модель забезпечує не лише зростання середніх показників, а й стабілізацію професійної майстерності через нівелювання індивідуальної варіабельності результатів курсантів. Формат навчання у малих групах із безперервним зворотним зв'язком є економічно та етично виправданою альтернативою традиційній моделі підготовки, оскільки дозволяє винести початковий етап «кривої навчання» за межі клінічної операційної, запобігаючи ятрогенним ускладненням.

Інформація про фінансування. Робота виконана без залучення стороннього фінансування за рахунок власних коштів авторів.

References

1. Tetteh, E., Wang, T., Kim, J. Y., Smith, T., Norasi, H., Van Straaten, M. G., Lal, G., Chrouser, K. L., Shao, J. M., & Hallbeck, M. S. (2024). Optimizing ergonomics during open, laparoscopic, and robotic-assisted surgery: A review of surgical ergonomics literature and development of educational illustrations. *American journal of surgery*, 235, 115551. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2023.11.005>
2. Wright Jr, J. R., & Schachar, N. S. (2020). Necessity is the mother of invention: William Stewart Halsted's addiction and its influence on the development of residency training in North America. *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie*, 63(1), E13–E19. <https://doi.org/10.1503/cjs.003319>
3. Cullinan, D. R., Schill, M. R., DeClue, A., Salles, A., Wise, P. E., & Awad, M. M. (2017). Fundamentals of Laparoscopic Surgery: Not Only for Senior Residents. *Journal of surgical education*, 74(6), e51–e54. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.07.017>
4. Peláez Mata, D., Herrero Álvarez, S., Gómez Sánchez, A., Pérez Egido, L., Corona Bellostas, C., & de Agustín Asensio, J. C. (2021). Laparoscopic learning curves. Curvas de aprendizaje en laparoscopia. *Cirugia pediatrica : organo oficial de la Sociedad Espanola de Cirugia Pediatrica*, 34(1), 20–27.
5. Reitano, E., de'Angelis, N., Schembari, E., Carrà, M. C., Francone, E., Gentili, S., & La Greca, G. (2021). Learning curve for laparoscopic cholecystectomy has not been defined: A systematic review. *ANZ journal of surgery*, 91(9), E554–E560. <https://doi.org/10.1111/ans.17021>
6. Suguita, F. Y., Essu, F. F., Oliveira, L. T., Iuamoto, L. R., Kato, J. M., Torsani, M. B., Franco, A. S., Meyer, A., & Andraus, W. (2017). Learning curve takes 65 repetitions of totally extraperitoneal laparoscopy on inguinal hernias for reduction of operating time and complications. *Surgical endoscopy*, 31(10), 3939–3945. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5426-z>
7. Tariq, S., Cainelli, F., Sahraoui, A. Z., & Achar, A. (2025). Extended Reality in Laparoscopic Cholecystectomy Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of surgical research*, 316, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2025.10.047>
8. Chan, K. S., Teo, Z. H. T., Oo, A. M., Junnarkar, S. P., & Shelat, V. G. (2023). Learning Curve of Laparoscopic Common Bile Duct Exploration:

Інформація щодо конфлікту інтересів. Автори заявляють про відсутність будь-якого конфлікту інтересів щодо фінансових, професійних чи особистих стосунків, які могли б вплинути на результати або інтерпретацію даного дослідження.

Внесок кожного з авторів. Мирослав Крицак – розробка ідеї та дизайну дослідження, розробка програми каскадного навчання, проведення практичних занять з використанням експериментальних тварин, забезпечення біоетичних норм дослідження, збір первинних даних за шкалою OSATS, написання першої чернетки рукопису.

Ігор Дзюбановський – наукове керівництво проєктом, критичний аналіз та остаточне затвердження рукопису.

Олег Ясіновський – статистична обробка результатів у програмному середовищі, візуалізація даних та побудова графіків, критичний перегляд та редагування рукопису.

Автори схвалили остаточний варіант рукопису.

Інформація про використання штучного інтелекту. Автори рукопису свідомо засвідчують, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або сервісів генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту «GAIDeT» (Generative Artificial Intelligence Delegation Taxonomy, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалізації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного штучного інтелекту, виключно авторами.

A Systematic Review. *Journal of laparoendoscopic & advanced surgical techniques. Part A*, 33(3), 241–252. <https://doi.org/10.1089/lap.2022.0382>

9. Igaki, T., Kitaguchi, D., Matsuzaki, H., Nakajima, K., Kojima, S., Hasegawa, H., Takeshita, N., Kinugasa, Y., & Ito, M. (2023). Automatic Surgical Skill Assessment System Based on Concordance of Standardized Surgical Field Development Using Arti-

ficial Intelligence. *JAMA surgery*, 158(8), e231131. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2023.1131>

10. Dudchenko M., Kravtsiv M., Ivashchenko D., Prykhidko R., Shevchuk M., Zaiets S. & Zezekalo Ye. (2023). Bazovi laparoskopichni navychky v khirurhii [Basic laparoscopic skills in surgery] *Navchalnyi posibnyk – Tutorial*, Lviv: Vydavnytstvo "Mahnoliia 2006", 248 s. [in Ukrainian].

Електронна адреса головного автора для листування: kricakmy@tdmu.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 29.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)