



©Петро Муравйов

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7733-885X>

©Георгій Ісмаїлов

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3327-9315>

©Тетяна Прутіян

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8567-0294>

©Анатолій Нетков

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5680-4793>

©Валерія Шевченко

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7849-4897>

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

Особливості формування навичок ургентної ультрасонографії у хірургів-інтернів: досвід діагностики кишкової непрохідності

Мета роботи: вивчити особливості формування практичних навичок ургентної ультрасонографії у хірургів-інтернів під час діагностики кишкової непрохідності та оцінити криву навчання із застосуванням LC-CUSUM-аналізу.

Матеріали і методи. У проспективне дослідження включено 35 хірургів-інтернів першого та другого років навчання. Програма підготовки складалася з теоретичного модуля та практичного виконання ультразвукових досліджень під контролем наставника. Оцінювали технічну якість сканування, правильність інтерпретації ультразвукових ознак кишкової непрохідності, час виконання дослідження, кількість помилок і рівень самостійності. Для аналізу динаміки формування компетентності використовували LC-CUSUM, регресійний, кореляційний та непараметричний статистичний аналізи.

Результати. Медіана кількості досліджень, необхідних для досягнення прийнятного рівня компетентності, становила 24. Швидке опанування навичок продемонстрували 34,3 % інтернів, середній темп – 48,6 %, повільний – 17,1 %. Діагностична точність зросла з 58,4 до 93,8 %, тоді як медіана часу виконання дослідження скоротилася із 11,5 до 5,8 хв ($p < 0,001$). Покращення відзначалося протягом перших 20–25 досліджень із подальшим виходом кривої навчання на плато ($R^2 = 0,81$). Найскладнішим етапом залишалася інтерпретація непрямих ознак ішемії та странгуляції кишечника. LC-CUSUM підтвердив досягнення компетентності у 82,9 % інтернів та дозволив об'єктивно оцінити індивідуальні темпи навчання.

Висновки. Структурована програма навчання ургентній ультрасонографії забезпечує досягнення більшістю хірургів-інтернів клінічно прийнятного рівня компетентності після виконання приблизно 20–30 контрольованих досліджень. Використання LC-CUSUM є ефективним інструментом об'єктивного моніторингу процесу навчання та може бути рекомендоване для індивідуалізації програм післядипломної підготовки лікарів і стандартизації оцінювання практичних компетентностей у POCUS.

Ключові слова: гостра кишкова непрохідність; Point-of-care ultrasound (POCUS); ургентна ультрасонографія; хірурги-інтерни; післядипломна медична освіта; крива навчання; LC-CUSUM-аналіз; діагностика.

Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень та публікацій. Гостра кишкова непрохідність залишається однією з найпоширеніших причин ургентної госпіталізації в абдомінальній хірургії та становить від 3 до 10 % від усіх невідкладних хірургічних захворювань органів черевної порожнини [1, 2]. Незважаючи на значний розвиток методів променевої діагностики, своєчасне встановлення діагнозу кишкової непрохідності продовжує залишатися складним клінічним завданням, особливо на ранніх етапах розвитку захворювання. Затримка діагностики може призводити до прогресування ішемічних змін кишкової стінки, перфорації, розвитку перитоніту та зростання післяопераційної летальності [1–3].

У сучасній ургентній медицині все більшого поширення набуває концепція point-of-care ultrasound (POCUS) [4, 5], що передбачає виконання ультразвукового дослідження безпосередньо біля ліжка пацієнта лікарем, який здійснює клінічне ведення хворого. На відміну від традиційної сонографії, POCUS орієнтований на швидке отримання відповідей на конкретні клінічні запитання та дозволяє скоротити час до встановлення попереднього діагнозу [4] (рис. 1). У випадку кишкової непрохідності ультрасонографія дає можливість виявити дилатацію петель кишечника, порушення перистальтики, наявність рідини між кишковими петлями, ознаки странгуляції та інші зміни, що мають важливе значення для прийняття клінічних рішень [3, 6].



Рис. 1. ПОСУС-дослідження з ознаками кишкової непрохідності.

Міжнародні рекомендації останніх років розглядають ургентну ультразвукографію як важливий компонент підготовки лікарів невідкладної допомоги, хірургів та фахівців інтенсивної терапії [6, 7]. Водночас ефективність використання ультразвуку значною мірою залежить від рівня підготовки оператора. На відміну від багатьох інших діагностичних методів, сонографія характеризується вираженою операторозалежністю [6, 8], що зумовлює необхідність стандартизованого навчання та об'єктивної оцінки набуття практичних навичок.

Одним із перспективних підходів до оцінки ефективності навчання є аналіз кривої навчання (learning curve) [9], яка відображає динаміку формування професійних компетентностей у процесі накопичення практичного досвіду. Дослідження кривих навчання дозволяють визначити мінімальну кількість досліджень, необхідних для досягнення прийнятного рівня діагностичної точності, оцінити темпи засвоєння навичок та оптимізувати освітні програми. Незважаючи на значну кількість робіт, присвячених навчанню ультразвукографії в анестезіології, невідкладній медицині та інтенсивній терапії [6, 8, 10], питання формування навичок ультразвукової діагностики кишкової непрохідності у хірургів-інтернів залишається недостатньо вивченим.

Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах реформування системи післядипломної медичної освіти та впровадження компетентісно орієнтованих моделей підготовки лікарів [11]. Визначення закономірностей набуття практичних навичок ургентної ультразвукографії дозволить удосконалити навчальні програми інтернатури з хірургії, стандартизувати вимоги до практичної підготовки та підвищити якість надання ургентної хірургічної допомоги.

Мета роботи: вивчити особливості формування практичних навичок ургентної ультразвукографії у хірургів-інтернів під час діагностики кишкової непрохідності та оцінити криву навчання залежно від накопиченого досвіду виконання ультразвукових досліджень.

Матеріали і методи. Дослідження було проведено серед 35 хірургів-інтернів першого та другого років навчання, які проходили підготовку за спеціальністю «Хірургія». До початку навчального циклу більшість учасників не мала достатнього самостійного досвіду виконання ургентної ультразвукографії органів черевної порожнини, тому основну увагу було зосереджено не лише на кінцевому рівні сформованості навички, а й на динаміці її поступового опанування. Навчання включало короткий теоретичний блок, присвячений принципам point-of-care ultrasound, ультразвуковій семіотичі кишкової непрохідності та типовим помилкам початківців, після чого інтерни переходили до практичного виконання досліджень під контролем викладача або досвідченого фахівця з ультразвукової діагностики.

У процесі навчання оцінювали здатність інтернів правильно обрати зону сканування, отримати діагностично придатне зображення, розпізнати дилатовані петлі кишечника, оцінити характер перистальтики, виявити наявність рідини між кишковими петлями, а також інтерпретувати отримані дані в межах стандартної клінічної ситуації. Окремо враховували час, необхідний для виконання дослідження, кількість спроб до отримання якісного зображення, правильність формулювання попереднього ультразвукового висновку та потребу в допомозі наставника. Таким чином, аналіз охоплював не лише факт виконання маніпуляції, а й якість її клінічного застосування.

Формування практичних навичок оцінювали у стандартних клінічних ситуаціях, що відповідали

типовим варіантам перебігу кишкової непрохідності [10, 12]. Для кожного учасника реєстрували послідовні результати виконання ультразвукових досліджень протягом навчального циклу. Рівень компетентності визначали за сукупністю показників: самостійність виконання дослідження, технічна якість сканування, правильність розпізнавання основних ультразвукових ознак кишкової непрохідності, точність інтерпретації результатів та здатність пов'язати ультразвукову картину з клінічним станом пацієнта. Початковий рівень відповідав ситуації, коли інтерн потребував постійного супроводу викладача; базовий рівень передбачав самостійне виконання окремих етапів дослідження; достатній рівень характеризувався можливістю самостійно провести дослідження та правильно інтерпретувати типові знахідки; компетентний рівень визначався як упевнене самостійне виконання ультрасонографії з високою якістю зображення, коректним висновком і мінімальною потребою в корекції з боку наставника [10].

Для характеристики кривої навчання аналізували зміну основних показників у міру накопичення практичного досвіду [9, 13]. До уваги брали скорочення часу виконання дослідження, зменшення кількості технічних помилок, підвищення частки правильно інтерпретованих випадків та зростання інтегрального показника компетентності. Точку досягнення прийнятного рівня навички визначали як етап, на якому показники точності та якості виконання дослідження стабілізувалися і в подальшому істотно не покращувалися. Умовним критерієм сформованої компетентності вважали досягнення не менше 85 % правильних діагностичних рішень у стандартних клінічних ситуаціях за умови самостійного виконання дослідження.

Статистичну обробку результатів проводили із застосуванням методів описової та аналітичної статистики [15]. Кількісні показники подавали у вигляді середнього значення та стандартного відхилення або медіани з міжквартильним інтервалом залежно від характеру розподілу. Для оцінки нормальності розподілу використовували критерій Шапіро – Уїлка. Динаміку зміни показників у процесі навчання аналізували за допомогою повторного дисперсійного аналізу або непараметричного критерію Фрідмана. Зв'язок між кількістю виконаних досліджень і рівнем сформованості навички оцінювали за допомогою кореляційного аналізу Спірмена. Для моделювання кривої навчання застосовували регресійний аналіз із побудовою лінійних та нелінійних моделей, зокрема ступеневої моделі навчання, яка дозволяла описати поступове зменшення часу виконання дослідження та підвищення якості діа-

гностичного рішення. Додатково для визначення моменту стабілізації навички міг використовуватися аналіз накопичувальних сум, що давав змогу оцінити перехід від етапу нестабільного виконання досліджень до більш прогнозованого та компетентного рівня. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$.

Дослідження виконували з дотриманням основних біоетичних принципів [14], передбачених Гельсінською декларацією Всесвітньої медичної асоціації та чинними нормативними вимогами щодо проведення досліджень за участю людини. Усі хірурги-інтерни були поінформовані про мету дослідження, характер участі, порядок обробки отриманих даних та можливість відмови від участі без будь-яких наслідків для проходження інтернатури. Участь у дослідженні була добровільною. Дані, отримані в процесі оцінювання, були деперсоналізовані та використовувалися лише в узагальненому вигляді. Дослідження не передбачало втручання у лікувальну тактику щодо пацієнтів, а ультразвукові дослідження, виконані інтернами, розглядалися як навчальні та контролювалися відповідальним фахівцем.

Результати. У дослідженні взяли участь 35 хірургів-інтернів, які послідовно проходили програму навчання ургентній ультрасонографії при підозрі на кишкову непрохідність. За результатами фінального оцінювання було встановлено неоднорідність темпів формування практичних навичок. Залежно від швидкості досягнення цільового рівня компетентності та результатів LC-CUSUM-аналізу учасників було умовно поділено на три групи.

До групи швидкого опанування навичок увійшли 12 інтернів (34,29 %), які досягли порогового рівня компетентності протягом перших 15–20 самостійних досліджень. Групу середнього темпу навчання склали 17 осіб (48,57 %), яким для досягнення аналогічного рівня було необхідно від 21 до 35 досліджень. До групи повільного опанування навичок було віднесено 6 інтернів (17,14 %), у яких стабільний рівень компетентності формувався лише після виконання понад 35 ультразвукових досліджень.

Медіана кількості досліджень, необхідних для досягнення цільового рівня компетентності серед усіх учасників, становила 24,0 [18,0; 33,0] дослідження. У групі швидкого навчання цей показник дорівнював 16,0 [14,0; 18,0], у групі середнього темпу – 26,0 [23,0; 30,0], тоді як у групі повільного опанування навичок – 41,0 [38,0; 46,0] дослідження. Виявлені міжгрупові відмінності були статистично значущими ($p < 0,001$ за критерієм Краскала – Уолліса).

На початковому етапі навчання правильність інтерпретації ультразвукових знахідок становила 58,40 % [52,10; 64,70]. Після виконання перших 10 досліджень цей показник зріс до 69,80 % [63,20; 74,60], після 20 досліджень – до 81,30 % [76,10; 85,40], а після 30 досліджень – до 89,60 % [86,20; 93,10]. Наприкінці навчального циклу медіана діагностичної точності досягла 93,80 % [91,40; 96,10].

Паралельно відбувалося скорочення часу, необхідного для проведення ультразвукового дослідження. На початку навчання медіана тривалості обстеження становила 11,5 [9,8; 13,2] хв. Після накопичення досвіду виконання 20 досліджень цей показник зменшився до 8,1 [7,0; 9,4] хв, а після досягнення компетентності – до 5,8 [5,1; 6,6] хв ($p < 0,001$).

LC-CUSUM-аналіз дозволив детально оцінити процес набуття компетентності. Для більшості інтернів крива накопичувальної суми демонструвала характерний початковий період нестабільності з переважанням помилок інтерпретації та технічних недоліків сканування. Надалі спостерігалось поступове зниження частоти невдач і перехід кривої до позитивного тренду. В 29 із 35 учасників (82,86 %) сигнальний поріг досягнення компетентності було подолано до завершення навчального циклу. В решти 6 інтернів (17,14 %) LC-CUSUM-крива не досягла встановленого порогового значення, що свідчило про необхідність продовження практичної підготовки та додаткового наставництва.

Особливо показовою була різниця між групами щодо швидкості зміни LC-CUSUM-кривої. У групі швидкого навчання досягнення сигнального

порогу відбувалося після медіани 15,5 [13,0; 18,0] досліджень, у групі середнього темпу – після 25,0 [22,0; 29,0] досліджень, тоді як у групі повільного навчання цей показник становив 40,5 [37,0; 45,0] досліджень ($p < 0,001$).

Подальший аналіз був спрямований на вивчення структури помилок, які виникали на різних етапах формування навичок ургентної ультрасонографії. На початковому етапі навчання найпоширенішими були помилки, пов'язані з неповним оглядом черевної порожнини та неправильною ідентифікацією дилатованих кишкових петель. Такі помилки були зареєстровані у 23 (65,71 %) інтернів. Друге місце за частотою посідали труднощі в оцінці кишкової перистальтики, які спостерігалися у 20 (57,14 %) учасників. Помилки при виявленні міжпетельної рідини були відзначені у 15 (42,86 %) осіб, а неправильна інтерпретація ультразвукових ознак можливої странгуляції кишечника зустрічалася у 12 (34,29 %) інтернів.

У міру накопичення практичного досвіду частота більшості помилок поступово знижувалася. Після виконання 20 досліджень кількість випадків неправильної оцінки дилатації кишкових петель зменшилася до 17,14 %, а після завершення навчального циклу – до 5,71 %. Аналогічна тенденція спостерігалася щодо оцінки перистальтики, де частота помилок знизилася з 57,14 до 11,43 %. Найскладнішим компонентом для опанування залишалося розпізнавання непрямих ознак ішемії та странгуляції кишки. Навіть наприкінці навчання окремі труднощі з інтерпретацією цих ознак зберігалися в 4 інтернів (11,43 %) (рис. 2).

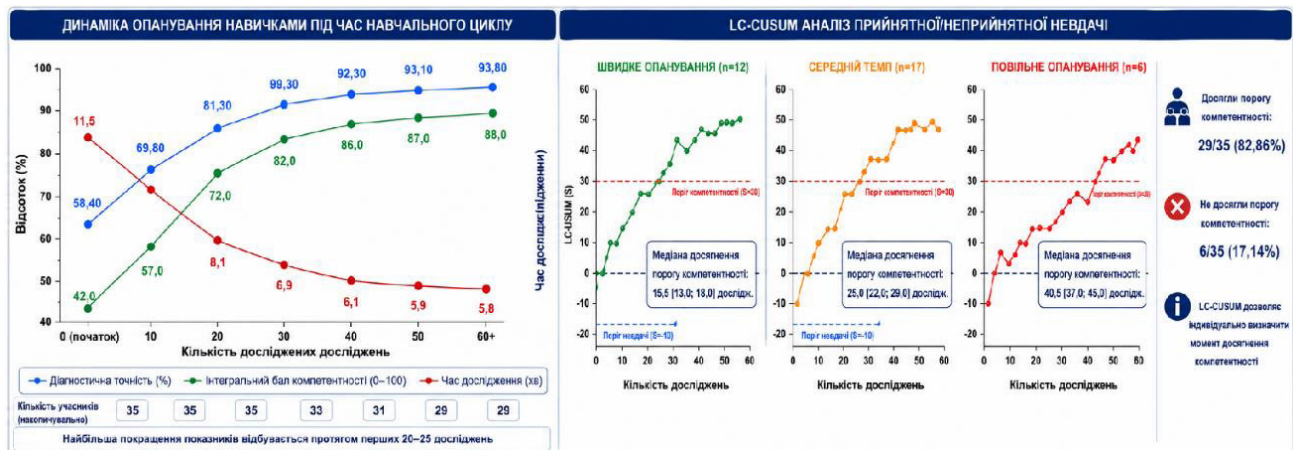


Рис. 2. Динаміка опанування навичками під час навчального циклу.

Примітка. Діагностична точність – частка правильно інтерпретованих результатів; інтегральний бал компетентності – сумарна оцінка якості дослідження (0–100 балів); час дослідження – медіана тривалості одного ультразвукового дослідження (хв). LC-CUSUM – аналіз накопичувальної суми для оцінки динаміки досягнення компетентності (позитивні значення відповідають успіхам, негативні – невдачам).

Під час аналізу діагностичної ефективності окремих ультразвукових ознак встановлено, що найвищий рівень відтворюваності був характерний для виявлення дилатованих кишкових петель. Наприкінці навчального циклу правильна інтерпретація цієї ознаки досягала 97,10 % [94,30; 100,00]. Для оцінки пригнічення або відсутності перистальтики відповідний показник становив 92,40 % [88,10; 96,70], для виявлення міжпетлевої рідини – 90,30 % [85,40; 94,20]. Найнижчі показники були отримані при оцінці ознак можливої странгуляції кишечника – 84,60 % [78,20; 89,40], що підтверджувало більшу складність інтерпретації даного ультразвукового феномену.

При аналізі загальної динаміки навчання було встановлено, що найінтенсивніше покращення результатів відбувалося протягом перших 20–25 самостійно виконаних досліджень. Саме на цьому етапі спостерігалось максимальне зростання діагностичної точності та найшвидше скорочення часу обстеження. Надалі швидкість покращення поступово знижувалася, а крива навчання набувала характеру плато. Згідно зі ступеневою моделлю навчання, побудованою за результатами регресійного аналізу, коефіцієнт детермінації становив $R^2=0,81$, що свідчило про високий ступінь відповідності моделі фактичним даним. Модель демонструвала закономірне зменшення кількості помилок зі збільшенням числа виконаних досліджень та підтверджувала наявність класичної кривої навчання.

Порівняння груп за швидкістю опанування навичок показало, що інтерни з групи швидкого навчання характеризувалися не лише меншою кількістю необхідних досліджень для досягнення компетентності, але й вищою стабільністю результатів після досягнення сигнального порогу LC-CUSUM. У цій групі фінальна діагностична точність становила 96,20 % [94,80; 98,10], тоді як у групі середнього темпу навчання – 93,70 % [90,90; 95,80], а в групі повільного навчання – 89,80 % [86,40; 93,10] ($p=0,012$). Аналогічні міжгрупові відмінності спостерігалися щодо тривалості виконання дослідження. Наприкінці навчального циклу медіана часу обстеження становила відповідно 5,1 [4,7; 5,8], 5,9 [5,3; 6,7] та 7,2 [6,4; 8,3] хв ($p=0,008$).

Кореляційний аналіз виявив сильний зв'язок між кількістю виконаних ультразвукових досліджень та рівнем сформованої компетентності ($r=0,74$; $p<0,001$). Також було встановлено помірний негативний зв'язок між накопиченим досвідом і тривалістю обстеження ($r=0,68$; $p<0,001$), що свідчило про поступову автоматизацію навички та

зростання впевненості інтернів під час виконання досліджень.

Загалом результати дослідження свідчать про високу ефективність структурованого навчання ургентній ультрасонографії при кишковій непрохідності. Більшість інтернів досягали прийняттого рівня компетентності після виконання приблизно 20–30 контрольованих досліджень, тоді як подальше накопичення досвіду забезпечувало переважно вдосконалення швидкості роботи та стабільності діагностичних рішень. Дані LC-CUSUM-аналізу підтвердили можливість об'єктивного моніторингу процесу навчання та визначення моменту досягнення практичної компетентності для кожного інтерна індивідуально.

Отримані результати підтверджують, що ургентна ультрасонографія є навичкою, яка може бути ефективно опанована хірургами-інтернами в межах структурованої навчальної програми з використанням стандартизованих клінічних сценаріїв та систематичного наставництва. Встановлено, що більшість учасників досягали прийняттого рівня компетентності після виконання приблизно 20–30 самостійних досліджень, що загалом узгоджується з даними міжнародних досліджень, присвячених навчанню POCUS у невідкладній медицині, хірургії та інтенсивній терапії.

У світовій літературі відсутній єдиний підхід до визначення мінімальної кількості ультразвукових досліджень, необхідних для досягнення компетентності. За даними різних авторів, для формування базових навичок ультразвукового дослідження черевної порожнини необхідно від 20 до 50 контрольованих сканувань. Водночас для більш складних напрямків, таких, як ехокардіографія, ультразвукова оцінка легень або судинний доступ, цей показник може перевищувати 50–100 досліджень. Отримана в нашому дослідженні медіана у 24 дослідження для досягнення цільового рівня компетентності свідчить про те, що ультразвукова діагностика кишкової непрохідності належить до навичок середнього рівня складності та може бути успішно інтегрована в програму підготовки лікарів-інтернів без суттєвого збільшення навчального навантаження.

Особливий інтерес становлять результати LC-CUSUM-аналізу. Останніми роками цей метод дедалі частіше застосовується для оцінки кривих навчання в ендоскопії, лапароскопічній хірургії, судинних втручаннях та ультразвуковій діагностиці. Його основною перевагою є можливість індивідуального моніторингу прогресу кожного учасника та об'єктивного визначення моменту досягнення компетентності. У нашому дослідженні LC-CUSUM

дозволив продемонструвати значну міжіндивідуальну варіабельність темпів навчання: хоча більшість інтернів досягали встановленого порогу компетентності протягом 20–30 досліджень, майже кожен шостий учасник потребував суттєво більшого обсягу практики. Подібні результати описані й у міжнародних роботах, де наголошується, що орієнтація виключно на фіксовану кількість виконаних процедур не завжди відображає реальний рівень підготовки лікаря.

Обговорення. Отримані дані підтверджують загальновідоме положення про те, що найінтенсивніше формування навички відбувається на ранніх етапах навчання [10, 13]. Максимальне зростання діагностичної точності та скорочення часу виконання дослідження спостерігалось протягом перших 20–25 сканувань. Надалі швидкість покращення зменшувалася, а крива навчання поступово виходила на плато. Аналогічна форма кривої навчання описана для більшості практичних медичних навичок і вважається характерною для процесу набуття професійної компетентності [9, 10].

Показовим є той факт, що найскладнішими для інтернів виявилися не технічні аспекти сканування, а клінічна інтерпретація отриманих результатів [7, 13]. Якщо виявлення дилатованих кишкових петель та міжпетельної рідини досить швидко досягало високого рівня точності, то розпізнавання непрямих ознак ішемії та странгуляції кишечника залишалось складним навіть наприкінці навчального циклу. Це відповідає сучасним уявленням про те, що ультразвукова діагностика кишкової непрохідності вимагає не лише технічної вправності, але й достатнього клінічного досвіду для правильної інтеграції сонографічних даних у загальну картину захворювання [3, 4, 7, 8].

Наукова новизна проведеного дослідження полягає в тому, що вперше було виконано комплексну оцінку кривої навчання ургентній ультрасонографії саме при кишковій непрохідності серед хірургів-інтернів із застосуванням LC-CUSUM-аналізу. Більшість доступних публікацій присвячені загальним програмам навчання POCUS або окремим напрямкам ультразвукової діагностики, тоді як дані щодо ультразвукового навчання при гострій кишковій непрохідності залишаються обмеженими [5, 6]. Отримані результати дозволяють кількісно визначити орієнтовний обсяг практичної підготовки, необхідний для досягнення прийняттого рівня компетентності, та можуть бути використані при розробці освітніх програм для лікарів-інтернів.

Серед переваг дослідження необхідно відзначити проспективний дизайн, використання стан-

дартизованих критеріїв оцінювання, поєднання показників технічної якості дослідження з оцінкою клінічної інтерпретації результатів, а також застосування сучасних статистичних підходів до аналізу кривих навчання. Важливою особливістю роботи є орієнтація на реальні клінічні сценарії ургентної хірургії, що підвищує практичну цінність отриманих результатів та наближає умови навчання до повсякденної клінічної практики.

Разом із тим дослідження має певні обмеження. Вибірка була відносно невеликою та включала інтернів одного освітнього середовища, що може обмежувати можливість екстраполяції результатів на інші навчальні центри. Крім того, оцінка проводилася переважно на етапі формування навички, тоді як довгострокове збереження компетентності після завершення навчання не аналізувалося.

Висновки. 1. Структуроване навчання ургентній ультрасонографії дозволяє більшості хірургів-інтернів досягти клінічно прийнятного рівня компетентності після виконання не менш ніж 20–30 досліджень.

2. Застосування LC-CUSUM-аналізу забезпечує об'єктивний інструмент моніторингу процесу навчання та індивідуалізації освітніх програм.

Конфлікт інтересів. Автори тексту статті 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.

Джерела фінансування. Дослідження виконано без залучення зовнішнього фінансування. Стаття є фрагментом науково-дослідної роботи Одеського національного медичного університету «Розробка і впровадження новітніх методів профілактики і лікування ускладнених хірургічних та онкологічних захворювань органів черевної порожнини, заочеревинного простору та ранового процесу» (№ державної реєстрації – 0125U002425; прикладна; термін виконання: 2025–2029 рр.; керівник – доктор медичних наук, професор Муравйов Петро Тадеушович). Матеріали статті є частиною наукової роботи «Оптимізація тактики лікування хворих з різними видами кишкової непрохідності», що виконується під науковим керівництвом доктора медичних наук, професора Муравйова Петра Тадеушовича.

Внесок авторів. Муравйов Петро – ідея та дизайн дослідження, концепція дослідження та загальне керівництво, формування висновків. Ісмаї-

лов Георгій – ідея та дизайн дослідження, огляд літератури, збір матеріалу, аналіз результатів, написання статті, формування висновків. Прутіян Тетяна – огляд літератури, збір матеріалу, аналіз результатів, написання статті, формування висновків. Нетков Анатолій – огляд літератури, збір матеріалу, аналіз результатів, написання статті. Шевченко Валерія – огляд літератури, збір ма-

теріалу, аналіз результатів, написання статті, формування висновків.

Перспективним напрямком подальших досліджень є вивчення впливу симуляційних технологій, дистанційного наставництва та штучного інтелекту на швидкість формування ультразвукових компетентностей у лікарів хірургічного профілю.

References

1. Vilz TO, Stoffels B, Strassburg C, Schild HH, Kalff JC. Ileus in Adults. *Dtsch Arztebl Int.* 2017 Jul. 24; 114(29-30):508-518. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0508. PMID: 28818187; PMCID: PMC5569564.
2. Lu K, Xu G. Global burden of paralytic ileus and intestinal obstruction in young and middle-aged adults (15-49 years): a systematic analysis from global burden of disease study 2021. *Eur J Med Res.* 2025 Nov. 17; 30(1):1129. DOI: 10.1186/s40001-025-03384-8. PMID: 41250243; PMCID: PMC12625045.
3. Yu S, Kerolus K, Jin Z, Bajrami S, Denoya P, Bergese SD. Multidisciplinary Postoperative Ileus Management: A Narrative Review. *Medicina (Kaunas).* 2025; 61(8):1344. DOI: 10.3390/medicina61081344.
4. Arnold MJ, Jonas CE, Carter RE. Point-of-Care Ultrasonography. *Am Fam Physician.* 2020 Mar. 1; 101(5):275-85. PMID: 32109031.
5. Balmuth EA, Luan D, Jannat-Khah D, Evans A, Wong T, Scales DA. Point-of-care ultrasound (POCUS): Assessing patient satisfaction and socioemotional benefits in the hospital setting. *PLoS One.* 2024 Feb. 16; 19(2):e0298665. DOI: 10.1371/journal.pone.0298665. PMID: 38363766; PMCID: PMC10871481.
6. Fracalini T, Maraschi A, Reddavid R, Rizzo M, Perotto F, Cardinale L. Point-of-care ultrasound (PoCUS) in the rapid diagnosis of biliary ileus: A case report. *Int J Surg Case Rep.* 2025 Nov.; 136:111949. DOI: 10.1016/j.ijscr.2025.111949. Epub 2025 Sep 24. PMID: 41332031; PMCID: PMC12550109.
7. Shokoohi H, Al Jalbout N, Peksa GD, Mayes KD, Becker BA, Boniface KS, Lahham S, Secko M, Chavoshzadeh M, Jang T, Gottlieb M. Optimal bowel diameter thresholds for diagnosing small bowel obstruction and surgical intervention with point-of-care ultrasound. *Am J Emerg Med.* 2024 Oct.; 84:1-6. DOI: 10.1016/j.ajem.2024.07.019. Epub 2024 Jul 14. PMID: 39043061.
8. Di Gioia CC, Alame A, Orso D. The Impact of Point-of-Care Ultrasound on the Diagnosis and Management of Small Bowel Obstruction in the Emergency Department: A Retrospective Observational Single-Center Study. *Medicina (Kaunas).* 2024 Dec. 4; 60(12):2006. DOI: 10.3390/medicina60122006. PMID: 39768886; PMCID: PMC11727861.
9. Komatsu M, Yokoyama N, Katada T, Sato D, Otani T, Harada R, Utsumi S, Hirai M, Kubota A, Uehara H. Learning curve for the surgical time of laparoscopic cholecystectomy performed by surgical trainees using the three-port method: how many cases are needed for stabilization? *Surg Endosc.* 2023 Feb.; 37(2):1252-61. DOI: 10.1007/s00464-022-09666-0. Epub 2022 Sep 28. PMID: 36171452.
10. Maruthappu M, Duclos A, Lipsitz SR, Orgill D, Carty MJ. Surgical learning curves and operative efficiency: a cross-specialty observational study. *BMJ Open.* 2015 Mar. 13; 5(3):e006679. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-006679. PMID: 25770229; PMCID: PMC4360802.
11. Ivanchov PV. Problemy reformuvannya systemy okhorony zdorov'ya v Ukraini: instytutsynyy aspekt [Problems of reforming the health care system in Ukraine: institutional aspect]. *Aktual'ni problemy ekonomiky – Current problems of economics.* 2020; (6):133-45. DOI: 10.32752/1993-6788-2020-1-228-133-145. Ukrainian.
12. Richards WO. For the People and the Profession. *Am Surg.* 2022 Mar.; 88(3):332-38. DOI: 10.1177/00031348211054703. Epub 2021 Nov 17. PMID: 34786966.
13. Fatima H, Mahmood F, Mufarrih SH, Mitchell JD, Wong V, Amir R, Hai T, Montealegre M, Jones SB, Knio ZO, Matyal R. Preclinical Proficiency-Based Model of Ultrasound Training. *Anesth Analg.* 2022 Jan. 1; 134(1):178-87. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005510. PMID: 33844654.
14. Beauchamp TL, Childress JF. *Principles of biomedical ethics.* 9th ed. Oxford. Oxford University Press. 2026; 528.
15. Nisbet R, Miner G, Yale K. *Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications.* 2nd ed. London. Academic Press. 2018; 793. ISBN: 978-0-12-416632-5. DOI: 10.1016/C2012-0-06451-4.

Надійшла до редакції / Received for editorial office on: 27.07.2026

Прийнята після рецензування / Accepted after review on: 04.08.2026

Подана до друку / Submitted for printing on: 26.08.2026

Електронна адреса для листування: gemostatik@gmail.com

Petro Muraviov, Georgii Ismailov, Tetiana Prutiian, Anatolii Netkov, Valeriia Shevchenko

Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

Features of the formation of skills in urgent ultrasonography in intern surgeons: experience in diagnosing intestinal obstruction

The aim of the work: to study the features of acquiring practical skills in urgent ultrasonography among surgical residents during the diagnosis of intestinal obstruction and to evaluate the learning curve using LC-CUSUM analysis.

Materials and Methods. A prospective study included 35 first- and second-year surgical residents. The training program consisted of a theoretical module and practical ultrasound examinations performed under the supervision of a mentor. We evaluated the technical quality of scanning, the accuracy of interpreting ultrasound signs of intestinal obstruction, examination time, the number of errors, and the level of independence. LC-CUSUM, regression, correlation, and non-parametric statistical analysis were used to analyze the dynamics of competence formation.

Results. The median number of examinations required to reach an acceptable level of competence was 24. Rapid acquisition of skills was demonstrated by 34.3 % of residents, moderate pace by 48.6 %, and slow by 17.1%. Diagnostic accuracy increased from 58.4% to 93.8%, while the median examination time decreased from 11.5 to 5.8 minutes ($p < 0.001$). The greatest improvement was observed during the first 20–25 examinations, followed by the learning curve plateauing ($R^2 = 0.81$). The interpretation of indirect signs of ischemia and intestinal strangulation remained the most difficult stage. LC-CUSUM confirmed the achievement of competence in 82.9% of residents and allowed for an objective assessment of individual learning paces.

Conclusion. A structured training program in urgent ultrasonography ensures that the majority of surgical residents achieve a clinically acceptable level of competence after performing approximately 20–30 supervised examinations. The use of LC-CUSUM is an effective tool for objective monitoring of the learning process and can be recommended for individualizing postgraduate training programs and standardizing the assessment of practical competencies in POCUS.

Key words: acute intestinal obstruction; point-of-care ultrasound (POCUS); emergency ultrasonography; surgical residents; postgraduate medical education; learning curve; LC-CUSUM-analysis; diagnostics.

Відомості про авторів

Муравйов Петро – доктор медичних наук, професор кафедри хірургії з післядипломною освітою Одеського національного медичного університету, Одеса, Україна, e-mail: gemostatik@gmail.com.

Ісмаїлов Георгій – аспірант кафедри хірургії з післядипломною освітою Одеського національного медичного університету, Одеса, Україна, e-mail: ismailov121@gmail.com.

Прутян Тетяна – доктор філософії, доцент кафедри професійної патології, клінічної лабораторної та функціональної діагностики Одеського національного медичного університету, Одеса, Україна, e-mail: tatyanaprur@ukr.net.

Нетков Анатолій – кандидат медичних наук, завідувач Першого хірургічного відділення КНП «Міська клінічна лікарня № 11» Одеської міської ради, Одеса, Україна, e-mail: anatolnetkov@gmail.com.

Шевченко Валерія – кандидат медичних наук, доцент кафедри хірургії з післядипломною освітою Одеського національного медичного університету, Одеса, Україна, e-mail: cujo22101984@gmail.com.

Information about the authors

Muraviov Petro – DSc (Medicine), Professor at the Department of Surgery with Postgraduate Education, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine, e-mail: gemostatik@gmail.com.

Ismailov Georgii – Postgraduate (PhD) student at the Department of Surgery with Postgraduate Education, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine, e-mail: ismailov121@gmail.com.

Prutiian Tetiana – Doctor of Philosophy, Associate Professor of the Department of Occupational Pathology, Clinical Laboratory and Functional Diagnostics, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine, e-mail: tatyanaprur@ukr.net.

Netkov Anatolii – PhD (Medicine), Head of the First Surgical Department of the Municipal Clinical Hospital No. 11 of the Odessa City Council, Odesa, Ukraine, e-mail: anatolnetkov@gmail.com.

Shevchenko Valeriia – PhD (Medicine), Associate Professor of the Department of Surgery with Postgraduate Education, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine, e-mail: cujo22101984@gmail.com.