

ЗАГАЛЬНА ХІРУРГІЯ (ВСІ ХІРУРГІЧНІ ДИСЦИПЛІНИ)

УДК 616.351-006.6-089.87:616.381-089.844-073.916.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8127.2025.72.1>

Василів Василь Васильович,
аспірант кафедри хірургії післядипломної освіти та урології,
Івано-Франківський національний медичний університет
vasiliv333@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0005-7486-4877>
м. Івано-Франківськ, Україна

Скрипко Василь Дмитрович,
доктор медичних наук,
професор кафедри хірургії післядипломної освіти та урології,
Івано-Франківський національний медичний університет
skripko.vasil@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1555-2030>
м. Івано-Франківськ, Україна

Роль інтраопераційної оцінки кишкової перфузії у профілактиці неспроможності швів колоректального анастомозу при хірургічному лікуванні раку прямої кишки

Неспроможність швів колоректального анастомозу (НША) є одним із найбільш небезпечних післяопераційних ускладнень при хірургічному лікуванні раку прямої кишки. Одним із ключових патогенетичних чинників, що сприяють розвитку НША, є недостатнє кровопостачання тканин у зоні анастомозу. Традиційні методи оцінки перфузії під час операції є суб'єктивними та обмеженими у точності. З цієї причини зростає інтерес до об'єктивних інтраопераційних методик, зокрема флуоресцентної ангіографії з індоціаніном зеленим (ІЦЗ).

У даному дослідженні проаналізовано 107 пацієнтів з раком прямої кишки I–III стадії, яким було виконано передню резекцію з формуванням колоректального анастомозу. Пацієнти були розподілені на дві групи: контрольну (ІЦЗ (–), n = 54), у якій межі резекції визначалися за клінічними ознаками, та дослідну (ІЦЗ (+), n = 53), де додатково використовували флуоресцентну ангіографію для оцінки перфузії. У групі ІЦЗ (+) у 20,8% випадків було змінено межі резекції через виявлену гіперперфузію.

Результати показали тенденцію до зниження загальної частоти НША у групі ІЦЗ (+) (5,6%) порівняно з групою ІЦЗ (–) (18,1%), з відношенням шансів 0,26 (95% ДІ: 0,07–1,00; p = 0,072). Найбільш виражене та статистично достовірне зниження було виявлено для клінічно значущої НША типу В – 1,9% у групі ІЦЗ + проти 14,8% у контрольній групі (p = 0,031).

Отримані дані свідчать про ефективність інтраопераційного використання ІЦЗ для об'єктивної оцінки кишкової перфузії, що дозволяє своєчасно коригувати хірургічну тактику і потенційно знижувати частоту анастомотичних ускладнень. Метод має перспективу для впровадження в рутинну клінічну практику, особливо у пацієнтів з високим ризиком НША, однак потребує подальших досліджень і стандартизації.

Ключові слова: рак прямої кишки, неспроможність швів анастомозу, індоціанін зелений, флуоресцентна ангіографія, перфузія кишки.

Vasylyv Vasyly Vasyliovych, PhD Candidate at the Department of Surgery and Urology, Ivano-Frankivsk National Medical University, vasiliv333@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0005-7486-4877>, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Skrypko Vasyly Dmytrovych, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Surgery of Postgraduate Education and Urology, Ivano-Frankivsk National Medical University, skripko.vasil@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1555-2030>, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The role of intraoperative assessment of intestinal perfusion in preventing anastomotic leakage during surgical treatment of rectal cancer

Anastomotic leakage (AL) is one of the most severe postoperative complications following surgical treatment of rectal cancer. Inadequate blood supply to the anastomotic site is a key pathophysiological factor contributing to AL. Traditional intraoperative perfusion assessment methods are subjective and limited in accuracy, prompting growing interest in objective approaches, particularly fluorescence angiography using indocyanine green (ICG).

This study analyzed 107 patients with stage I–III rectal cancer who underwent anterior resection with colorectal anastomosis. Patients were divided into two groups: a control group (ICG (–), n = 54), where the resection margin was determined by clinical judgment, and a study group (ICG (+), n = 53), where intraoperative fluorescence angiography was additionally used to assess tissue perfusion. In the ICG (+) group, perfusion-related resection margin changes were made in 20.8% of cases.

The results demonstrated a trend toward a lower overall AL rate in the ICG (+) group (5.6%) compared to the control group (18.1%), with an odds ratio of 0.26 (95% CI: 0.07–1.00; p = 0.072). A statistically significant reduction was observed for clinically relevant AL type B – 1.9% in the ICG (+) group versus 14.8% in the control group (p = 0.031).

These findings indicate that intraoperative use of ICG for objective assessment of bowel perfusion enables timely surgical adjustments and may reduce the incidence of anastomotic complications. The method is promising for routine clinical practice, especially in high-risk patients, though further research and standardization are needed.

Key words: rectal cancer, anastomotic leakage, indocyanine green, fluorescence angiography, bowel perfusion.

Вступ. Колоректальний рак (КРР) залишається однією з провідних онкологічних патологій шлунково-кишкового тракту, становлячи серйозну медико-соціальну проблему в усьому світі. За даними GLOBOCAN (2022), щороку реєструється понад 1,9 мільйона нових випадків КРР. Незважаючи на запровадження скринінгових програм і загальне поліпшення системи охорони здоров'я, рак прямої кишки демонструє стійке зростання рівня захворюваності. Основним методом лікування залишається хірургічне втручання [1].

Значним кроком уперед у хірургічному лікуванні стало впровадження тотальної мезоректумектомії та сфінктерозберігаючих операцій, зокрема низької передньої резекції із колоректальним анастомозом (КРА). Однак низьке розташування анастомозу нерідко ускладнює оперативне втручання та підвищує ризик неспроможності швів анастомозу (НША). За даними літератури, частота цього ускладнення коливається в межах 5–30% і асоціюється зі зростанням рівня післяопераційної захворюваності та смертності, утворенням стом, а також погіршенням онкологічних результатів лікування [2].

Одним із провідних чинників, що сприяють розвитку НША, є неадекватна перфузія тканин у ділянці анастомозу. Досягнення необхідної довжини кишки без натягу потребує перев'язки брижових судин, після чого кровопостачання залежить від колатералей (артерія Драммонда, дуга Ріолана), функціональна спроможність яких може бути знижена через індивідуальні анатомічні особливості або атеросклероз. Це створює потенційний ризик ішемічного ушкодження тканин у зоні анастомозу. Традиційні методи оцінки перфузії – такі як візуальний аналіз кольору, пульсації чи наявності кровотечі – є суб'єктивними й не завжди достовірно відображають стан тканин [3; 4].

У цьому контексті зростає інтерес до об'єктивних інтраопераційних методів оцінки перфузії, зокрема флуоресцентної ангіографії з індоціаніновим зеленим (ІЦЗ). Цей метод передбачає внутрішньовенне введення барвника, що візуалізується в режимі реального часу під впливом ближнього інфрачервоного випромінювання, дозволяючи оцінити адекватність кровопостачання тканин ще до формування анастомозу. Такий підхід дає змогу своєчасно змінити рівень резекції для уникнення гіпоперфузованих ділянок і потенційно знизити ризик ускладнень [5].

Попри оптимістичні результати окремих клінічних досліджень, широке впровадження методу гальмується через відсутність стандартизованих протоколів, єдиних критеріїв оцінки, варіабельність доз ІЦЗ, типів обладнання та технічних параметрів. У зв'язку з цим, подальші дослідження, спрямовані на вивчення ефективності флуоресцентної ангіографії в умовах рутинної клінічної практики, залишаються актуальними та перспективними [6].

Мета дослідження: оцінити вплив проведення інтраопераційної перфузії за допомогою флуоресцент-

ної ангіографії з ІЦЗ на частоту неспроможності швів колоректального анастомозу.

Методологія та методи дослідження. У дослідження були включені 107 пацієнтів, з яких 64 (59,8%; 95% ДІ: 50,3–68,7%) – чоловіки та 43 (40,2%; 95% ДІ: 31,3–49,7%) – жінки. Вік пацієнтів варіював від 34 до 85 років, медіана віку становила 65,5 року. До дослідження були включені пацієнти з первинною аденокарциномою прямої кишки I–III стадії (TNM: cT1–4, N0–2, M0), локалізованою в межах 15 см від анального каналу, без залучення внутрішнього або зовнішнього сфінктера. У 69 пацієнтів (64,5%; 95% ДІ: 55,2–72,8%) дистальний край пухлини був розташований на відстані 5–10 см від анального каналу, тоді як у 38 пацієнтів (35,5%; 95% ДІ: 27,2–44,8%) – у межах 10–15 см.

Залежно від локалізації пухлинного ураження пацієнтам виконували тотальну або часткову мезоректумектомію з формуванням первинного колоректального анастомозу за допомогою лінійного або кругового степлера відповідно до чинних онкологічних стандартів. У ході оперативного втручання проводили високе лігування нижньої брижової артерії, за потреби – селективну мобілізацію лівого згину ободової кишки, а також формували захисну трансвезостому. Резекцію прямої кишки здійснювали з дотриманням онкологічно обґрунтованих меж: 2–5 см дистальніше від нижнього краю пухлини та не менше ніж 10 см у проксимальному напрямку. У випадках виявлення ознак недостатньої перфузії за результатами інтраопераційної флуоресцентної ангіографії, проксимальну межу резекції коригували до ділянки з візуально підтвердженим адекватним кровопостачанням.

Пацієнти з місцево поширеним раком прямої кишки (стадія cT3–4 та/або cN+ за даними передопераційної МРТ) отримували неoad'ювантну хіміопроменеу терапію. Променеу лікування проводили у фракціонованому режимі до сумарної дози 50,4 Гр (25–28 фракцій, 5 разів на тиждень протягом 5 тижнів). Супутня хімотерапія включала капецитабін (825 мг/м² двічі на добу, 5 днів на тиждень протягом усього курсу опромінення). Хірургічне втручання виконували через 6 тижнів після завершення неoad'ювантного лікування. Стадіювання пухлин здійснювали згідно з класифікацією TNM (8-е видання AJCC).

Усі пацієнти проходили лікування в Прикарпатському клінічному онкологічному центрі Івано-Франківської обласної ради в період 2019–2024 років. НША діагностували згідно з критеріями International Study Group of Rectal Cancer на підставі клінічних проявів (біль, гарячка, перитонеальні симптоми), лабораторних змін (лейкоцитоз, підвищення С-реактивного білка), радіологічних ознак (КТ, МРТ або рентгенографія з водорозчинним контрастом) та даних ендоскопії. У разі підозри на НША додатково виконували КТ малого таза або проктографію з контрастуванням кишки через задній прохід. За відсутності клінічних ознак неспроможності протягом 30 днів після операції

проводили контрольну проктографію для виявлення рентгенологічної форми НША. НША класифікували як: тип А – неспроможність без клінічних проявів, виявляється лише при ендоскопії чи контрастному дослідженні лікування не потрібне; тип В – неспроможність із клінічними проявами, яку можна контролювати консервативно чи малоінвазивно (антибіотики, дренажування, іноді стома); тип С – неспроможність із важкими клінічними проявами (перитоніт, сепсис), що вимагає повторного хірургічного втручання (релапаротомія, роеднання анастомозу, операція Гартмана).

Для оцінки впливу інтраопераційної методики оцінки перфузії на результати формування колоректального анастомозу пацієнти були розподілені на дві порівняльні групи.

До контрольної групи (ІЦЗ (-), $n = 53$), набраної ретроспективно, включено пацієнтів, у яких межі резекції визначалися на основі суб'єктивної інтраопераційної оцінки (забарвлення серозної оболонки, кровонаповнення слизової, пульсація або кровотеча з крайової артерії).

У пацієнтів експериментальної групи (ІЦЗ (+), $n = 54$), сформованої проспективно, додатково застосовували флуоресцентну ангіографію з індоціаніном зеленим для об'єктивної оцінки перфузії. У разі виявлення гіпоперфузії межі резекції зміщували проксимальніше. Частоту неспроможності анастомозу порівнювали між групами для оцінки впливу методу оцінки перфузії на хірургічні результати.

У групі ІЦЗ (+) додатково аналізували: частоту змін межі резекції за результатами флуоресцентної ангіографії, відстань зміщення резекційної лінії (см), латентний період між введенням ІЦЗ та появою флуоресценції, а також тривалість її візуалізації в ділянці майбутнього анастомозу.

Для проведення флуоресцентної ангіографії використовували препарат індоціаніну зеленого «Вердай» (Verdye, Diagnostic Green, Aschheim, Germany), зареєстрований в Україні (МОЗ № UA/18688/01/01, чинний з 09.07.2020 по 08.07.2025). Один флакон (25 мг) розчиняли у 10 мл стерильної води для ін'єкцій, отримуючи розчин із концентрацією 2,5 мг/мл, який розподіляли на дві рівні дози (12,5 мг). Першу дозу вводили болюсно у кубітальну вену після мобілізації кишки та лігації мезентеріальних судин, безпосередньо перед визначенням межі резекції. Через 40 секунд виконували візуалізацію перфузії у ближньому інфрачервоному випромінюванні за допомогою лапароскопічної системи Karl Storz (Німеччина). Оцінку перфузії проводили за шкалою Sherwinter, де 1 бал – відсутність флуоресценції, 2 – нерівномірна/плямиста флуоресценція, 3 – рівномірна, 4 – рівномірна з гіперперфузією, 5 – інтенсивна дифузна флуоресценція.

Резекцію кишки виконували на рівні з інтенсивністю флуоресценції ≥ 3 балів за шкалою Sherwinter. У разі флуоресценції < 3 балів резекційну лінію зміщували проксимальніше до зони з адекватною перфузією. Відстань зміщення фіксували у сантиметрах.

Другу дозу ІЦЗ (12,5 мг) вводили після резекції, безпосередньо перед формуванням анастомозу для повторної оцінки перфузії остаточної країв. Це було

необхідно, оскільки саме після відсічення кишки кровопостачання могло змінюватися, і повторна ангіографія дозволяла уникнути анастомозу в умовах гіпоперфузії. У разі недостатньої флуоресценції лінію резекції коригували проксимальніше з подальшою повторною візуалізацією.

Дослідження проводили в стандартних операційних умовах із використанням флуоресцентної камери; зображення аналізували в режимі реального часу, результати фіксували для подальшого аналізу.

Статистичний аналіз проводили з використанням програмного забезпечення STATISTICA 8 (StatSoft, серійний номер STA862D175437Q). Якісні показники подано у вигляді абсолютних та відносних частот із 95% довірчим інтервалом (ДІ). Для кількісних змінних нормальність розподілу перевіряли за критерієм Шапіро-Уїлка. Дані з нормальним розподілом подавали як середнє \pm стандартне відхилення ($M \pm SD$), ненормальні – як медіану та міжквартильний розмах ($Me [Q25-Q75]$). Для міжгрупових порівнянь використовували t-критерій Стьюдента, критерій Манна-Уїтні та точний критерій Фішера. Статистично значущим вважали рівень $p < 0,05$. Для оцінки різниць між групами також розраховували відношення шансів (OR) з 95% ДІ.

Результати дослідження. У групі, де застосовувалася флуоресцентна ангіографія з ІЦЗ ($n = 53$), візуальний якісний аналіз інтраопераційної флуоресценції виявив ознаки незадовільної перфузії (чорний або темно-сірий колір) у зоні анастомозу, первинно визначеній хірургом. У результаті цього було змінено лінію резекції у 11 пацієнтів (20,8%; 95% ДІ: 11,0–34,0). У більшості випадків ($n = 9$; 17,0%; 95% ДІ: 8,1–29,8) корекцію межі розтину виконано після першого введення ІЦЗ, тоді як у 2 випадках (3,8%; 95% ДІ: 0,5–12,9) – після повторного введення барвника.

Додатково було резовано від 1 до 5 см проксимального сегменту кишки від первинно запланованої лінії пересічення (медіана – 2 см; міжквартильний інтервал [IQR] – 2–3 см). Показами до зміни межі резекції була недостатня інтенсивність флуоресценції у зоні планованого анастомозу, що відповідала ≤ 2 балам за шкалою Sherwinter, та свідчила про гіпоперфузію тканин. Час до появи флуоресценції після введення ІЦЗ становив у середньому 40 секунд (діапазон: 4–65 с), а її тривалість – приблизно 3,5 хвилини.

У результаті проведеного аналізу було виявлено зниження загальної частоти НША у групі пацієнтів, яким виконувалась інтраопераційна оцінка перфузії за допомогою флуоресцентної ангіографії з ІЦЗ (+), порівняно з контрольною групою ІЦЗ (-), де межі резекції визначалися лише на основі суб'єктивних клінічних критеріїв. Зокрема, загальна частота НША становила 5,6% у групі ІЦЗ (+) проти 18,1% у групі ІЦЗ (-), однак ця різниця не досягла статистичної значущості ($p = 0,072$).

При подальшому стратифікованому аналізі виявлено статистично достовірне зниження частоти НША типу В – ускладнень, які супроводжувалися клінічною симптоматикою і потребували консервативного лікування. Так, у групі ІЦЗ (+) дане ускладнення було зареєстровано лише в 1 пацієнта (1,9%), тоді як у групі

ЩЗ (-) – у 8 пацієнтів (14,8%) (p = 0,031). Це вказує на клінічно значущий вплив застосування флуоресцентної ангіографії на зниження кількості симптомних форм НША (табл. 1).

Таким чином, отримані результати свідчать про потенційні переваги використання флуоресцентної ангіографії для зниження частоти клінічно значущих ускладнень, пов'язаних із формуванням колоректального анастомозу, особливо НША типу В, що може мати позитивний вплив на післяопераційне відновлення та загальні результати лікування пацієнтів з раком прямої кишки.

Для кількісної оцінки ефективності застосування флуоресцентної ангіографії з ЩЗ у профілактиці НША було розраховано відношення шансів (ВШ) для кожного типу ускладнень, а також відповідні 95% довірчі інтервали (ДІ) (табл. 2).

Отримані результати свідчать про зниження загального ризику розвитку НША у групі ЩЗ (+) порівняно з контрольною групою ЩЗ (-). Так, загальна частота НША в групі з індоціаніном склала 5,6% проти 18,1% у групі без ЩЗ, що відповідає ВШ = 0,26 (95% довірчий інтервал: 0,07–1,00; p = 0,072). Незважаючи на відсутність статистично значущої різниці (p > 0,05), тенденція до зниження ризику є очевидною та клінічно значущою.

Найбільш виражений захисний ефект ЩЗ було виявлено при аналізі НША ступеня В: ВШ = 0,11 (95% ДІ: 0,01–0,96; p = 0,031), що свідчить про зниження шансів розвитку цього ускладнення приблизно у 9 разів у групі з використанням флуоресцентної ангіографії. Це єдиний показник, який досяг статистичної значущості, що підкреслює потенційну ефективність ЩЗ у попередженні НША середньої тяжкості.

У випадку НША ступеня А було зафіксовано ВШ = 2,08 (95% ДІ: 0,18–24,1; p = 0,617), що формально свідчить про дещо вищу частоту цього типу ускладнень у групі ЩЗ (+), однак отримані результати є статистично недостовірними, що, ймовірно, обумовлено обмеженою кількістю випадків та широким довірчим інтервалом.

Для НША ступеня С, з огляду на відсутність випадків у групі ЩЗ (+), розрахунок відношення шансів є неможливим. Показник p = 1,000 вказує на відсутність статистично значущої різниці між групами.

Загалом, проведений аналіз підтверджує перспективність використання флуоресцентної ангіографії з індоціаніном зеленим як методу інтраопераційного контролю перфузії анастомозу для зниження ризику неспроможності швів, особливо у контексті ускладнень ступеня В. Подальші дослідження на більших вибірках дозволять точніше визначити клінічну ефективність даного підходу.

Обговорення. НША залишається одним із найсерйозніших ускладнень після хірургічного лікування колоректального раку, що значною мірою впливає на післяопераційну захворюваність, якість життя пацієнтів та онкологічні результати. У цьому контексті пошук ефективних методів інтраопераційної оцінки перфузії тканин набуває ключового значення [7]. Традиційні клінічні підходи, такі як оцінка пульсації мезентеріальних судин, забарвлення стінки кишки та наявності кровотечі, є надто суб'єктивними і не завжди дозволяють вчасно виявити гіперперфузію. Наприклад, ціанотичний вигляд може бути наслідком венозного застою без порушення життєздатності тканин, тоді як рання ішемія, пов'язана з артеріальною гіперперфузією, може протікати без видимих змін [8].

Отримані результати підтверджують, що застосування флуоресцентної ангіографії з ЩЗ дозволяє виявити гіперперфузовані ділянки кишки у режимі реального часу та, відповідно, своєчасно змінити межі резекції. Застосування ЩЗ у нашому дослідженні супроводжувалося зменшенням частоти клінічно значущих НША, що частково узгоджується з даними інших рандомізованих досліджень.

Зокрема, у багатоцентровому EssentiAL trial (Watanabe et al., 2023) було зафіксовано достовірне зниження загальної частоти НША з 11,8% до 7,6% (p = 0,041), що відповідало зменшенню відносного ризику на 36% (ВШ = 0,62). Водночас результати інших масштабних досліджень є менш однозначними

Таблиця 1

Частота неспроможності швів колоректального анастомозу залежно від використання флуоресцентної ангіографії з індоціаніном зеленим

Ускладнення	ЩЗ(+), n=53		ЩЗ(-), n=54		p-значення
	Абс.	% (95% ДІ)	Абс.	% (95% ДІ)	
Загальна НША	3	5,6 (1,9–15,4)	10	18,1 (10,2–30,3)	p=0,072
НША ступінь А	2	3,7 (1,0–12,7)	1	1,8 (0,3–9,7)	p=0,617
НША ступінь В	1	1,9 (0,3–9,9)	8	14,8 (7,7–26,6)	p=0,031
НША ступінь С	0	0,0 (0,0–6,7)	1	1,8 (0,3–9,7)	p=1,000

Таблиця 2

Відношення шансів виникнення неспроможності швів анастомозу залежно від використання флуоресцентної ангіографії з індоціаніном зеленим

Ускладнення	ЩЗ(+), n=53	ЩЗ(-), n=54	ВШ	95% ДІ	p-значення
Загальна НША	3/53	10/54	0,26	0,07–1,00	p=0,072
НША ступінь А	2/53	1/54	2,08	0,18–24,1	p=0,617
НША ступінь В	1/53	8/54	0,11	0,01–0,96	p=0,031
НША ступінь С	0/53	1/54	-	-	p=1,000

[9]. У AVOID trial (2023) не було виявлено достовірної різниці у загальній популяції, однак підгруповий аналіз показав зниження частоти НША при резекціях лівої ободової та ректосигмоїдної ділянок [10]. У PILLAR III та IntAct також не продемонстровано статистично значущих переваг, що, ймовірно, пов'язано з гетерогенністю пацієнтів, нестачею стандартизації та недостатньою статистичною потужністю [11].

Дані метааналізів підтверджують клінічну доцільність використання ІЦЗ. Зокрема, Chan et al. (2020) повідомили про зменшення ризику НША майже вдвічі (ВШ = 0,46) [12], а за даними Emile et al. (2022), саме корекція хірургічної тактики на основі флуоресцентної ангіографії асоціювалася зі зниженням ускладнень [13]. Наймасштабніший аналіз McEntee et al. (2025), який включав понад 10 000 пацієнтів, також підтвердив ефективність методу та вказав, що у 10–20% випадків ІЦЗ змінює інтраопераційні рішення щодо меж резекції [14].

Разом із тим, ІЦЗ-флуоресцентна ангіографія не є ідеальним методом. Відсутність уніфікованих протоколів, дозових стандартів, варіабельність чутливості обладнання та суб'єктивність інтерпретації результатів обмежують відтворюваність [15]. Європейський консенсус EAES (Cassinotti et al., 2023) наголошує на необхідності стандартизації методики для забезпечення її ефективності та безпеки [5]. Перспективним напрямом є також розробка кількісних методів оцінки перфузії та впровадження автоматизованого аналізу з використанням штучного інтелекту [16; 17].

Наше дослідження має певні обмеження: відносно невеликий обсяг вибірки, відсутність кількісної оцінки перфузії та одномоментний дизайн. Попри це, отримані результати демонструють позитивний клінічний ефект

застосування ІЦЗ у зниженні частоти клінічно значущих НША та обґрунтовують необхідність подальших багатоцентрових рандомізованих досліджень.

Таким чином, флуоресцентна ангіографія з ІЦЗ є ефективним допоміжним методом інтраопераційного контролю перфузії при колоректальних резекціях. Її застосування дозволяє своєчасно виявити гіперперфузовані ділянки, скоригувати межі резекції та знизити ризик неспроможності анастомозу, особливо в умовах високого ризику, таких як низькі анастомози або після неоад'ювантної терапії.

Висновки.

1. Інтраопераційна флуоресцентна ангіографія з ІЦЗ є ефективним методом візуалізації кишкової перфузії, який дозволяє в режимі реального часу виявити гіперперфузовані ділянки в зоні передбачуваного анастомозу та своєчасно скоригувати межі резекції. У 20,8% пацієнтів ІЦЗ зумовила зміну хірургічної тактики з додатковою резекцією кишки.

2. Застосування ІЦЗ було асоційоване зі зниженням загальної частоти НША з 18,1% у контрольній групі до 5,6% у групі ІЦЗ(+), що відповідає зниженню шансів розвитку ускладнень майже в чотири рази (ВШ = 0,26; 95% ДІ: 0,07–1,00; $p = 0,072$). Особливо достовірне зниження виявлено для клінічно значущих НША типу В (1,9% проти 14,8%; ВШ = 0,11; $p = 0,031$).

3. Метод демонструє клінічну доцільність і перспективність, однак потребує подальшої стандартизації, розробки кількісних критеріїв оцінки перфузії та проведення багатоцентрових досліджень з більшими вибірками для підтвердження результатів і забезпечення широкого впровадження в клінічну практику.

Інформація про конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Інформація про фінансування: автори не отримували фінансової підтримки для проведення дослідження.

Особистий внесок кожного автора у виконання роботи:

Скрипко Василь Дмитрович – ідея та дизайн дослідження;

Василів Василь Васильович – огляд літератури, написання тексту, аналіз і обговорення.

ЛІТЕРАТУРА

- Li H, Xie X, Du F, Zhu X, Ren H, Ye C, Liu Z, Zhao Y, Yu X, Zhang C, Shang L, Li L. A narrative review of intraoperative use of indocyanine green fluorescence imaging in gastrointestinal cancer: situation and future directions. *J Gastrointest Oncol*. 2023; 14(2): 1095-1113. <https://doi.org/10.21037/jgo-23-230>
- Sripathi S, Khan MI, Patel N, Meda RT, Nuguru SP, Rachakonda S. Factors contributing to anastomotic leakage following colorectal surgery: why, when, and who leaks? *Cureus*. 2022; 14(10): e29964 <https://doi.org/10.7759/cureus.29964>
- Rinne JKA, Huhta H, Pinta T, et al. Indocyanine Green Fluorescence Imaging in Prevention of Colorectal Anastomotic Leakage: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg*. 2025; 160(5): 486–493. <https://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2025.0006>
- Jayne D, Croft J, Corrigan N, Quirke P, Cahill RA, Ainsworth G, Meads DM, Kirby A, Tolan D, Gordon K, Hompes R, Spinelli A, Foppa C, Wolthuis AM, D'Hoore A, Vignali A, Tilney HS, Moriarty C, Vargas-Palacios A, Young C, Kelly R, Stocken D; IntAct Collaborative Group. Intraoperative fluorescence angiography with indocyanine green to prevent anastomotic leak in rectal cancer surgery (IntAct): an unblinded randomised controlled trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2025; 10(9): 806-817. [https://doi.org/10.1016/s2468-1253\(25\)00101-3](https://doi.org/10.1016/s2468-1253(25)00101-3)
- Cassinotti E, Al-TaHER M, Antoniou SA, Arezzo A, Baldari L, Boni L, et al. European Association for Endoscopic Surgery (EAES) consensus on indocyanine green (ICG) fluorescence-guided surgery. *Surg Endosc*. 2023; 37(3): 1629–48. <https://doi.org/10.1007/s00464-023-09928-5>
- Tueme-de la Pena D, Salgado-Gamboa EA, Ortiz de Elguea-Lizarraga JI, Zambrano Lara M, Rangel-Rios HA, Chapa-Lobo AF, et al. Indocyanine green fluorescence angiography in colorectal surgery: A retrospective case-control analysis in Mexico. *Rev Gastroenterol Mex*. 2023; 06: 06. <https://doi.org/10.1016/j.rgmex.2023.02.003>
- Marquardt C, Kalev G, Schiedeck T. Intraoperative fluorescence angiography with indocyanine green: retrospective evaluation and detailed analysis of our single-center 5-year experience focused on colorectal surgery. *Innov Surg Sci*. 2020; 5(1–2): 35–42. <https://doi.org/10.1515/iss-2020-0009>
- Flores-Rodriguez E, Garrido-Lopez L, Sanchez-Santos R, Cano-Valderrama O, Rodriguez-Fernandez L, Nogueira-Sixto M, et al. Is ICG essential in all colorectal surgery? A 3-year experience in a single center: a cohort study. *Int J Colorectal Dis*. 2023;

38(1): 67. <https://doi.org/10.1007/s00384-023-04363-3>

9. Watanabe J, Takemasa I, Kotake M, Noura S, Kimura K, Suwa H, Tei M, Takano Y, Munakata K, Matoba S, Yamagishi S, Yasui M, Kato T, Ishibe A, Shiozawa M, Ishii Y, Yabuno T, Nitta T, Saito S, Saigusa Y, Watanabe M; EssentiAL Trial Group. Blood Perfusion Assessment by Indocyanine Green Fluorescence Imaging for Minimally Invasive Rectal Cancer Surgery (EssentiAL trial): A Randomized Clinical Trial. *Ann Surg*. 2023;278(4):e688-e694. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005907>

10. Faber RA, Meijer RPJ, Droogh DHM, et al. Indocyanine green near-infrared fluorescence bowel perfusion assessment to prevent anastomotic leakage in minimally invasive colorectal surgery (AVOID): a multicentre, randomised, controlled, phase 3 trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2024; 9(10): 924-934. doi:10.1016/S2468-1253(24)00198-5

11. Jafari MD, Pigazzi A, McLemore EC, Mutch MG, Haas E, Rasheid SH, Wait AD, Paquette IM, Bardakcioglu O, Safar B, Landmann RG, Varma MG, Maron DJ, Martz J, Bauer JJ, George VV, Fleshman JW Jr, Steele SR, Stamos MJ. Perfusion Assessment in Left-Sided/Low Anterior Resection (PILLAR III): A Randomized, Controlled, Parallel, Multicenter Study Assessing Perfusion Outcomes With PINPOINT Near-Infrared Fluorescence Imaging in Low Anterior Resection. *Dis Colon Rectum*. 2021; 64(8): 995-1002. <https://doi.org/10.1097/dcr.0000000000002007>

12. Chan DKH, Lee SKF, Ang JJ. Indocyanine green fluorescence angiography decreases the risk of colorectal anastomotic leakage: Systematic review and meta-analysis. *Surgery*. 2020 ; 168(6): 1128-1137. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.08.024>

13. Emile SH, Khan SM, Wexner SD. Impact of change in the surgical plan based on indocyanine green fluorescence angiography on the rates of colorectal anastomotic leak: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2022; 36(4):2245-2257. doi:10.1007/s00464-021-08973-2

14. Mc Entee, P.D., Singaravelu, A., Boland, P.A. et al. Impact of indocyanine green fluorescence angiography on surgeon action and anastomotic leak in colorectal resections. A systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2025; 39: 1473–1489. <https://doi.org/10.1007/s00464-025-11582-y>

15. Lucarini A, Guida AM, Orville M, Panis Y. Indocyanine green fluorescence angiography could reduce the risk of anastomotic leakage in rectal cancer surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Colorectal Dis*. 2024; 26(3):408-416. doi:10.1111/codi.16868

16. Xia S, Wu W, Luo L, Ma L, Yu L, Li Y. Indocyanine green fluorescence angiography decreases the risk of anastomotic leakage after rectal cancer surgery: a systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2023 May 12;10:1157389. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1157389>

17. Deng J, Hu W, Li Y, Xiong K, Yue T, Lai X, Xiao T. Meta analysis of indocyanine green fluorescence in patients undergoing laparoscopic colorectal cancer surgery. *Front Oncol*. 2022 Oct 26; 12: 1010122. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1010122>

18. Fok, K.Y., Toh, J.WT. Indocyanine green and height of anastomosis in colorectal surgery – a network meta-analysis. *Langenbecks Arch Surg*. 2025; 410: 187. <https://doi.org/10.1007/s00423-025-03765-x>

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.08.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.09.2025

Дата публікації: 28.11.2025