

# ПРИЛОЖЕНИЕ НА ФЛУОРЕСЦЕНТНАТА АНГИОГРАФИЯ ЗА ПРОФИЛАКТИКА НА ИНСУФИЦИЕНЦИЯТА НА КОЛОРЕКТАЛНАТА АНАСТОМОЗА

Кирил Киров

*Научноизследователски институт, Медицински университет – Плевен,  
Комплексен онкологичен център – Шумен*

## APPLICATION OF FLUORESCENCE ANGIOGRAPHY FOR PREVENTION OF COLORECTAL ANASTOMOTIC LEAKAGE

Kiril Kirov

*Research Institute, Medical University of Pleven,  
Complex oncological centre - Shumen*

### РЕЗЮМЕ

Инсуфициенцията на колоректалната анастомоза след колоректалната хирургия изисква своевременно и прецизно диагностициране. В настоящия обзор са систематизирани някои новопубликувани резултати от чуждестранни изследвания върху диагностичното значение на флуоресцентната ангиография при пациентите с тази инсуфициенция. Флуоресцентната ангиография с индоцианово зелено навлиза все по-широко в клиничната практика. Интерес представлява и използването на инфрачервената светлина при това съвременно образно изследване.

**Ключови думи:** инсуфициенция на колоректалната анастомоза, флуоресцентна ангиография, диагностично значение, колоректален рак

### ABSTRACT

Colorectal anastomotic leakage after colorectal surgery requires a timely and precise diagnosis. In the present survey, some results from recently published foreign studies on the diagnostic significance of fluorescence angiography in patients with this leakage have been systematized. Indocyanine green fluorescence angiography is becoming more and more popular in clinical practice. The use of infrared light during this contemporary imaging examination represents an interest, too.

**Keywords:** colorectal anastomotic leakage, fluorescence angiography, diagnostic importance, colorectal cancer

Инсуфициенцията на колоректалната анастомоза след колоректалната хирургия изисква своевременно и прецизно диагностициране. През последните години диагностичният инструментариум се обогати с едно съвременно образно изследване. Касае се за флуоресцентната ангиография, която прецизира степента на перфузия в анастомозата и допринася за предприемане на адекватно хирургично поведение при исхемия на тъканите.

#### **Интраоперативна флуоресцентна ангиография**

Интраоперативната флуоресцентна ангиография, провеждана в реално време при болните с рак на правото черво, има за цел да оцени микроперфузията на дебелото черво и да допринесе както за вземането на правилно решение по отношение на плана на колоректалната операция преди създаването на колоректалната анастомоза, така и за намаляването на честотата на инсуфициенцията ѝ (6,22). Употребата на флуоресцентната перфузионна ангиография позволява да се намали инсуфициенцията на колоректалната анастомоза след роботизираната предна резекция от 18% до 6% (13). Усложнението се избягва след промяната на стратегията за прекъсване на дебелото черво поради недостатъчна перфузия при 5,8% от 504 болни (25), а при проучването PILLAR II – при 8% от 139 болни след предна резекция (14). Анализът на 11 проучвания, реферирани в базата данни *Pubmed*, показва, че флуоресцентната ангиография позволява да се промени оперативната стратегия при лапароскопската ректална хирургия и да се намали честотата на инсуфициенцията (15). Систематичният анализ на публикациите в базите данни *PubMed*, *MEDLINE* и *the Cochrane Library* доказва намалена честота на това усложнение при роботизираната резекция на рака на правото черво благодарение на употребата на образното изследване (33).

Ретроспективното проучване на 554 болни, подложени на колоректални резекции, показва честота на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза от 1,3% при използването на флуоресцентна ангиография (9). При болните с образното изследване се налагат статистически значимо повече промени на мястото на анастомозата – при 13 болни (при 5,6% от случаите ( $p < 0,05$ )).

Приложението на интраоперативната флуоресцентна ангиография за оценка на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза след лява хемиколектомия или проктектомия е анализирано в рамките на проспективно проучване

от типа „случай-контрол“ в гр. Безансон, Франция (36). При пет от общо 46 болни (при 10,87% от случаите) се налага промяна на планираната трансекция на дебелото черво поради неадекватна перфузия на анастомозата. Налице е значително съвпадение между интраоперативната и следоперативната находка (капа индекс на Cohen от 0,893; между 0,788 и 0,998 при доверителен интервал (CI) от 95%;  $p < 0,001$ ).

Изследвания с интраоперативна флуоресцентна ангиография за оценка на перфузията на дебелото черво след колоректална хирургия със създаване на анастомоза са проведени при едната от две групи с по 173 болни със съответстващи клинични характеристики (17). Инсуфициенцията на колоректалната анастомоза се диагностицира в рамките на 60 дни след операцията при 7,5% от болните с и при 6,4% от другите болни без това образното изследване.

#### **Флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено**

Интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено е използвана през периода между юли 2009 г. и юни 2019 г. при 280 резекции на дебелото и 98 резекции на правото черво (5). Намалена перфузия на анастомозата е налице при 13 болни (при 3,44% от случаите). Общата честота на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза е 3,70%, като в дебелото черво се установяват осем (2,86%), а в правото черво – шест инсуфициенции (6,12%). Ако оперативната тактика не беше променена своевременно при тези 13 болни, общата честота на тази инсуфициенция щеше да нарасне до 7,14% (27 болни). Приложението на това образно изследване води до потенциално намаляване на честотата на инсуфициенцията с 48%.

Ролята на предоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено при вземането на решение за хода на лявата хемиколектомия при 110 болни с рак на сигмоидното или правото черво е анализирана в рамките на проспективно, моноцентрово наблюдателно проучване (7). Ревизия на мястото на трансекцията се налага при 34,5% от случаите – при 30,9% към по-проксимално и при 3,6% – към по-дистално. Проксималната ревизия е статистически значимо по-честа при рака на правото черво (отношение на шансовете от 3,58; между 1,09 и 11,78 при CI от 95%;  $p = 0,036$ ) и при относително по-слабо перфузираното низходящо черво (отношение на шансовете от 1,01; между 1,01 и 1,02 при CI от 95%;  $p = 0,036$ ). Извършването на протективна ко-

лостомата е предотвратено при трима болни (при 2,72% от случаите).

Метаанализът на шест проучвания, издирени в базите данни *PubMed*, *Web of Science*, *Google Scholar*, *the Cochrane Library* и *China National Knowledge Infrastructure* върху общо 1499 болни с ниска предна резекция за рак на правото черво, показва, че интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено е свързана с намалена честота на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза (отношение на шансовете от 0,30; между 0,19 и 0,49 при CI от 95%;  $p < 0,001$ ), общата честота на следоперативните усложнения (отношение на шансовете от 0,46; между 0,30 и 0,70 при CI от 95%;  $p < 0,001$ ) и честотата на повторните операции (отношение на шансовете от 0,21; между 0,06 и 0,75 при CI от 95%;  $p < 0,020$ ) (29).

Метаанализът на четири сравнителни проучвания върху общо 1177 болни с резециран колоректален рак, реферирани в базите данни *PubMed*, *EMBASE*, *Web of Science*, *the Cochrane Library* и *China National Knowledge Infrastructure*, доказва профилактичната роля на интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено спрямо потвърдената компютърно томографски инсуфициенция на колоректалната анастомоза (28). Съпоставянето на броя на случаите, при които е използвана или не е използвана тази ангиография при конкретните проучвания, се изразява със следните отношения на шансовете: 0,45 (между 0,18 и 1,12 при CI от 95%); 0,30 (между 0,03 и 2,98 при CI от 95%); 0,17 (между 0,01 и 3,69 при CI от 95%) и 0,12 (между 0,03 и 0,52 при CI от 95%). Комбинираното отношение на шансовете възлиза на 0,27 (между 0,13 и 0,53 при CI от 95%). Тази разлика е статистически достоверна ( $p < 0,001$ ) и показва връзката между образното изследване и намалената честота на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза.

Резултатите от систематичния обзор и метаанализа на пет нерандомизирани проучвания с общо 1302 болни, издирени в базите данни *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar* и *the Cochrane Library* до януари 2017 г., показват, че благодарение на интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено честотата на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза след резекцията на колоректалния рак се намалява статистически значимо (отношение на шансовете от 0,34; между 0,16 и 0,74 при CI от 95%;  $p < 0,006$ ) (2). Тази честота при болните с рак на правото черво е статистически достоверно по-малка, ако се прилага, отколкото ако не

се прилага образната диагностика (1,1% спрямо 6,1%;  $p = 0,02$ ).

Анализът на 10 кохортни проучвания, издирени в базите данни *PubMed*, *Scopus*, *EMBASE* и *the Cochrane Library* върху общо 916 болни с колоректални анастомози, показва, че приложението на флуоресцентната ангиография с индоцианово зелено намалява риска за развитието на инсуфициенцията на анастомозите – при 23 от 693 болни (при 3,32% от случаите с това образно изследване; между 1,97% и 4,63% при CI от 95%), респ. при 19 от 223 болни (при 8,52% от случаите без изследването; между 4,8% и 12,2% при CI от 95%) (8).

Интраоперативна флуоресцентна ангиография, усилена с интравенозен разтвор от индоцианово зелено от 5 mL, е приложена при 38 болни, подложени на лапароскопски колоректални резекции (26). Патологични изменения в съдовите се идентифицират при пет болни, а промяна в хирургическата стратегия се налага при един от тях. Повторна операция се извършва при трима болни.

Интраоперативна флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено е използвана при общо 54 болни с рак на правото черво, 31 мъже и 23 жени на средна възраст от  $63 \pm 12$  г. след хибридна лапароскопска трансанална тотална мезоректална ексцизия в хода на ретроспективно кохортно проучване през периода между юли 2015 г. и май 2017 г. (23). Промяна на мястото на проксималния ръб на резекцията се налага при 10 болни. Инсуфициенция на колоректалната анастомоза на третия ден след операцията се открива при двама болни.

Това изследване е приложено за количествена характеристика на перфузията на дебелото черво при 86 болни с колоректален рак, 63 мъже и 23 жени на средна възраст от 65,4 г. през периода между юли 2015 г. и декември 2017 г. (31), както и при 112 болни с левостранен колоректален рак, подложени на лапароскопска резекция (34). Инсуфициенция на колоректалната анастомоза се диагностицира при трима болни (при 3,49%) (31) и при пет болни (при 4,46% от случаите) (34). При 18 болни е предприета промяна на линията на трансекция в проксимална посока, а инсуфициенция се появява при четири от тях (при 22,22% от случаите) (34).

Ролята на тази ангиография е анализирана при 40 болни, 20 мъже и 20 жени на средна възраст от 63,9 г., подложени на роботизирана лява хемиколектомия или проктектомия в рамките на проспективно многоцентрово проучване

(11). Проксимална промяна в мястото на линията на трансекцията въз основа на данните от образната диагностика се налага при 16 болни (при 40% от случаите). Времетраенето на образното изследване е 5,1 min, а на цялата операция – 232 min. Инсуфициенция на колоректалната анастомоза се установява при двама болни (при 5% от случаите) на 15-ия и 40-ия ден след операцията.

При 310 от общо 657 болни с рак на правото черво, подложени на роботизирани органо-съхраняващи операции, е проведено изследване с помощта на флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено в рамките на ретроспективно кохортно наблюдателно проучване през периода между 2010 г. и 2016 г. (16). Количествената оценка се основава на времето на мезоколичната и количната перфузия и на интензивността на перфузията съгласно петстепенна скала. Честотата на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза е статистически значимо по-малка при болните с образното изследване, отколкото при останалите 347 болни (0,6% спрямо 5,2%; отношение на шансовете от 0,123; между 0,028 и 0,544 при CI от 95%;  $p=0,006$ ).

Приложимостта и ефективността на флуоресцентната ангиография, усилена с индоцианово зелено, за интраоперативната оценка на перфузията на анастомозата при лапароскопската колоректална хирургия, са анализирани при 107 болни, 60 мъже и 47 жени на средна възраст от  $69\pm 12$  г. през периода между май 2013 г. и октомври 2014 г. (3). Флуоресценцията се установява при всички болни, като средният интервал между интравенозната инжекция с индоцианово зелено и появата на флуоресценцията е  $57\pm 26$  sec. Дисталният участък на анастомозирания проксимално дебело черво не е перфузиран в достатъчна степен при четири болни, поради което е извършена проксимална повторна резекция в посока към участъка с нормална перфузия. При тези болни липсва инсуфициенция на колоректалната анастомоза.

Въз основа на данните от това образно изследване при 14 от 52 болни с рак на правото или сигмоидното черво (при 26,92% от случаите) се предприема промяна в обема на проксималната колектомия с кръгов съшивател поради неадекватното кръвоснабдяване на дебелочревната стена на първоначалното хирургическо ниво (1). Следоперативна инсуфициенция на колоректалната анастомоза се диагностицира само при трима болни (при 5,77% от случаите).

В рамките на ретроспективно проучване от типа „случай-контрол“ при 74 болни, подложе-

ни на роботизирана левостранна хемиколектомия, се установява, че изследването на перфузията посредством тази ангиография предотвратява появата на инсуфициенция на колоректалната анастомоза и други усложнения (27).

Техниката на тримодалното изследване за появата на инсуфициенция на колоректалната анастомоза, разположена на разстояние под 15 cm от аналния ръб, включва оценка на кръвоснабдяването посредством трансабдоминална или трансанална интраоперативна флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено, проверка на механичната цялост на анастомозата чрез въздушна проба и тест с метилено синьо (19). Предотвратяването на тези две основни причини за инсуфициенцията (намалена перфузия и нарушена цялост) може да доведе до намаляване на честотата ѝ.

Това образно изследване е проведено при 50 от общо 100 последователни болни с рак на правото черво, подложени на ниска предна резекция с тотална мезоректална ексцизия посредством лапароскопска или роботизирана техника (30). Линията на резекцията е съобразена с находките от изследването при шест болни. Честотата на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза е незначимо по-малка при тази група болни (при 10% спрямо 18% от случаите).

Флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено е извършена при 80 от общо 284 болни с рак на правото черво, подложени на трансанална тотална мезоректална ексцизия през периода между ноември 2011 г. и юни 2018 г. (24). Въз основа на данните от това изследване хирургическият план се променя при 23 болни (при 28,75% от случаите). Инсуфициенция на колоректалната анастомоза се диагностицира при 23 болни (при 11,27%) без образното изследване и само при двама (при 2,5% от случаите) посредством това изследване, като тази разлика е статистически достоверна ( $p=0,020$ ). Мултивариационният анализ доказва, че тази образна диагностика представлява независим протективен фактор по отношение на споменатото усложнение.

При ретроспективното проучване на 149 болни с рак на правото черво, подложени на лапароскопска ниска предна резекция, се открива честота на симптоматичната инсуфициенция на колоректалната анастомоза от 10,42% (при пет от 48 болни) след приложението на интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено (35). Ангиографски установената слаба перфузия на проксималното дебело черво води



до допълнителна резекция при 13 болни (при 27,08% от случаите).

Влиянието на интраоперативната флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено върху протокола за подобро възстановяване на болните след операцията е проследено при 182 болни, подложени на лапароскопска колоректална резекция в хода на ретроспективно проучване от типа „случай-контрол“ през периода между март 2014 г. и април 2017 г. в Италия (4). Образното изследване на чревната перфузия е проведено при 75 болни. При нито един от тях не се диагностицира инсуфициенция на колоректалната анастомоза, докато това клинично проявено усложнение се наблюдава при шест болни от другата група (при 5,61% от случаите) и тази разлика е статистически достоверна.

Съобщава се за 80-годишен болен с аденокарцином в горния участък на правото черво и сериозни придружаващи сърдечно-съдови заболявания (18). Преди създаването на колоректалната анастомоза е извършено изследване посредством флуоресцентна ангиография с интравенозно въведено индоцианово зелено в доза от 0,4 mg/kg, а огледът на анастомозата е осъществен с помощта на лапароскопска камера с инфрачервени лъчи. Забавянето за операцията поради образното изследване е незначително. Появата на инсуфициенцията на колоректалната анастомоза благодарение на образната диагностика е избягната и при други четири болни.

Съгласно моноцентровото наблюдателно проучване при болни с лапароскопски ниски ректални и аноректални анастомози прецизното интраоперативно ангиографско изследване на микроперфузията на анастомозата посредством точковидно изобразяване с индоцианово зелено е лесно изпълнимо и безопасно (10). Въз основа на данните от това изследване хирургичното поведение се променя при 28% от случаите, след което се постига първично заздравяване на анастомозата.

#### **Флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено и инфрачервена светлина**

Приложимостта, безопасността и ролята на флуоресцентната ангиография с индоцианово зелено и с инфрачервена светлина за интраоперативната оценка на съдовата перфузия на периаанастомозната тъкан са анализирани ретроспективно при 28 от общо 164 болни, подложени на роботизирана колоректална хирургия (21). Липсват случаи с конверсия, интраоперативни усложнения, алергична реакция спрямо багрилото и смъртност. Нивото на колоректалната ана-

стомоза се променя след установяването на исхемия на тъканите при двама болни (при 7,14% от случаите).

Флуоресцентната ангиография с индоцианово зелено и с камера с инфрачервени лъчи, използвана преди и след резекцията, както и след създаването на анастомозата, позволява оценката на адекватността на перфузията на дебелото черво и определя по-нататъшното хирургично поведение при идентифицирана инсуфициенция на колоректалната анастомоза (32). Този метод е лесен за изпълнение и безопасен. Резултатите от големи многоцентрови проспективни проучвания, едно от които е за оценката на перфузията при лапароскопската левостранна/предна резекция (PILLAR II), показват забележително ниска честота на тази инсуфициенция след интраоперативната ревизия, обоснована от обрзното изследване.

Качеството на перфузията на анастомозата е изследвано посредством интраоперативна флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено в инфрачервения спектър при 30 последователни болни с рак на правото черво, 16 мъже и 14 жени, подложени на роботизирана ниска предна резекция през периода между 1.IV.2017 г. и 21.VI.2018 г. (20). В два случая не се прибегва до планираната протективна илеостома, тъй като се установява добра перфузия. Липсват технически усложнения и нежелани странични ефекти.

Изследването на интестиналната съдова перфузия в анастомозата след колоректални резекции посредством инфрачервена флуоресцентна ангиография с индоцианово зелено при 98 болни през периода между м. ноември 2014 г. и м. февруари 2019 г. е безопасно и допринася за намаляването на риска за инсуфициенция на колоректалната анастомоза (12).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Алексеев МВ, Шелыгин ЙА, Рыбаков ЕГ. Применение интраоперационной флуоресцентной ангиографии в качестве метода профилактики несостоятельности колоректального анастомоза: результаты проспективного исследования. Хирургия (Москва). 2018;8(2):47-51.
2. Blanco-Colino R, Espin-Basany E. Intraoperative use of ICG fluorescence imaging to reduce the risk of anastomotic leakage in colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis. Tech Coloproctol. 2018;22(1):15-23.

3. Boni L, David G, Dionigi G, Rausei S, Cassinotti E, Fingerhut A. Indocyanine green-enhanced fluorescence to assess bowel perfusion during laparoscopic colorectal resection. *Surg Endosc.* 2016;30(7):2736-2742.
4. Brescia A, Pezzatini M, Romeo G, Cinquepalmi M, Pindozi F, Dall'Oglio A, et al. Indocyanine green fluorescence angiography: a new ERAS item. *Updates Surg.* 2018;70(4):427-432.
5. Carus T, Pick P. Intraoperative Fluoreszenzangiographie in der kolorektalen Chirurgie. *Chirurg.* 2019;90(11):887-890.
6. Cassinotti E, Costa S, De Pascale S, Oreggia B, Palazzini G, Boni L. How to reduce surgical complications in rectal cancer surgery using fluorescence techniques. *Minerva Chir.* 2018;73(2):210-216.
7. Chang YK, Foo CC, Yip J, Wei R, Ng KK, Lo O, et al. The impact of indocyanine-green fluorescence angiogram on colorectal resection. *Surgeon.* 2019;17(5):270-276.
8. Degett TH, Andersen HS, Gögenur I. Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion: a systematic review of clinical trials. *Langenbecks Arch Surg.* 2016;401(6):767-775.
9. Dinallo AM, Kolarsick P, Boyan WP, Protyniak B, James A, Dressner RM, et al. Does routine use of indocyanine green fluorescence angiography prevent anastomotic leaks? A retrospective cohort analysis. *Am J Surg.* 2019;218(1):136-139.
10. Gröne J, Koch D, Kreis ME. Impact of intraoperative microperfusion assessment with pinpoint perfusion imaging on surgical management of laparoscopic low rectal and anorectal anastomoses. *Colorectal Dis.* 2015;17 Suppl 3:22-28.
11. Hellan M, Spinoglio G, Pigazzi A, Lagares-Garcia JA. The influence of fluorescence imaging on the location of bowel transection during robotic left-sided colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2014;28(5):1695-702.
12. Impellizzeri HG, Pulvirenti A, Inama M, Bacchion M, Marrano E, Creciun M, et al. Near-infrared fluorescence angiography for colorectal surgery is associated with a reduction of anastomotic leak rate. *Updates Surg.* 2020 Apr 6. doi: 10.1007/s13304-020-00758-x.
13. Jafari MD, Lee KH, Halabi WJ, Mills SD, Carmichael JC, Stamos MJ, et al. The use of indocyanine green fluorescence to assess anastomotic perfusion during robotic assisted laparoscopic rectal surgery. *Surg Endosc.* 2013;27(8):3003-3008.
14. Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, McLemore EC, Margolin DA, Sherwinter DA, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): A multi-institutional study. *J Am Coll Surg.* 2015;220(1):82-92.
15. James DR, Ris F, Yeung TM, Kraus R, Buchs NC, Mortensen NJ, et al. Fluorescence angiography in laparoscopic low rectal and anorectal anastomoses with pinpoint perfusion imaging - a critical appraisal with specific focus on leak risk reduction. *Colorectal Dis.* 2015;17 Suppl 3:16-21.
16. Kim JC, Lee JL, Park SH. Interpretative guidelines and possible indications for indocyanine green fluorescence imaging in robot-assisted sphincter-saving operations. *Dis Colon Rectum.* 2017;60(4):376-384.
17. Kin C, Vo H, Welton L, Welton M. Equivocal effect of intraoperative fluorescence angiography on colorectal anastomotic leaks. *Dis Colon Rectum.* 2015;58(6):582-587.
18. Koh FH, Tan KK. Fluorescent angiography used to evaluate the perfusion status of anastomosis in laparoscopic anterior resection. *Ann Surg Oncol.* 2016;23(Suppl 5):692.
19. Kryzauskas M, Poskus E, Dulskas A, Bausys A, Jakubauskas M, Imbrasaitė U, et al. The problem of colorectal anastomosis safety. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(2):e18560. doi: 10.1097/MD.00000000000018560.
20. Langer D, Vočka M, Kalvach J, Ryska M. Assessment of anastomosis perfusion by fluorescent angiography in robotic low rectal resection: the results of a non-randomized study. *Rozhl Chir.* 2019;98(3):110-114.
21. Mangano A, Fernandes E, Gheza F, Bustos R, Chen LL, Masrur M, et al. Near-infrared indocyanine green-enhanced fluorescence and evaluation of the bowel microperfusion

- during robotic colorectal surgery: a retrospective original paper. *Surg Technol Int.* 2019;34:93-100.
22. Meyer J, Naiken S, Christou N, Liot E, Toso C, Buchs NC, et al. Reducing anastomotic leak in colorectal surgery: The old dogmas and the new challenges. *World J Gastroenterol.* 2019;25(34):5017-5025.
23. Mizrahi I, de Lacy FB, Abu-Gazala M, Fernandez LM, Otero A, Sands DR, et al. Transanal total mesorectal excision for rectal cancer with indocyanine green fluorescence angiography. *Tech Coloproctol.* 2018;22(10):785-791.
24. Otero-Piñero AM, de Lacy FB, Van Laarhoven JJ, Martín-Perez B, Valverde S, Bravo R, et al. The impact of fluorescence angiography on anastomotic leak rate following transanal total mesorectal excision for rectal cancer: a comparative study. *Surg Endosc.* 2020 Feb 18. doi: 10.1007/s00464-020-07442-6.
25. Ris F, Liot E, Buchs NC, Kraus R, Ismael G, Belfontali V, et al; Near-infrared Anastomotic Perfusion Assessment Network VOIR. Multicentre phase II trial of near-infrared imaging in elective colorectal surgery. *Br J Surg.* 2018;105(10):1359-1367.
26. Santi C, Casali L, Franzini C, Rollo A, Violi V. Applications of indocyanine green-enhanced fluorescence in laparoscopic colorectal resections. *Updates Surg.* 2019;71(1):83-88.
27. Shaper E, Hsiung RW. Assessment of anastomotic perfusion in left-sided robotic assisted colorectal resection by indocyanine green fluorescence angiography. *Minim Invasive Surg.* 2019 Jul 14;2019:3267217.
28. Shen R, Zhang Y, Wang T. Indocyanine green fluorescence angiography and the incidence of anastomotic leak after colorectal resection for colorectal cancer: a meta-analysis. *Dis Colon Rectum.* 2018;61(10):1228-1234.
29. Shen Y, Yang T, Yang J, Meng W, Wang Z. Intraoperative indocyanine green fluorescence angiography to prevent anastomotic leak after low anterior resection for rectal cancer: a meta-analysis. *ANZ J Surg.* 2020 Mar 11. doi: 10.1111/ans.15809.
30. Skrovina M, Bencurik V, Martinek L, Machackova M, Bartos J, Andel P, et al. The significance of intraoperative fluorescence angiography in miniinvasive low rectal resections. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2020;15(1):43-48.
31. Son GM, Kwon MS, Kim Y, Kim J, Kim SH, Lee JW. Quantitative analysis of colon perfusion pattern using indocyanine green (ICG) angiography in laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2019;33(5):1640-1649.
32. Sujatha-Bhaskar S, Jafari MD, Stamos MJ. The role of fluorescent angiography in anastomotic leaks. *Surg Technol Int.* 2017;30:83-88.
33. Tejedor P, Sagias F, Khan JS. The use of enhanced technologies in robotic surgery and its impact on outcomes in rectal cancer: a systematic review. *Surg Innov.* 2020 Jun 2:1553350620928277.
34. Wada T, Kawada K, Takahashi R, Yoshitomi M, Hida K, Hasegawa S, et al. ICG fluorescence imaging for quantitative evaluation of colonic perfusion in laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2017;31(10):4184-4193.
35. Wada T, Kawada K, Hoshino N, Inamoto S, Yoshitomi M, Hida K, et al. The effects of intraoperative ICG fluorescence angiography in laparoscopic low anterior resection: a propensity score-matched study. *Int J Clin Oncol.* 2019;24(4):394-402.
36. Wojcik M, Doussot A, Manfredelli S, Duclos C, Paquette B, Turco C, et al. Intra-operative fluorescence angiography is reproducible and reduces the rate of anastomotic leak after colorectal resection for cancer: a prospective case-matched study. *Colorectal Dis.* 2020 Apr 19. doi: 10.1111/codi.15076.

**Адрес за кореспонденция:**

доц. д-р Кирил Киров, д.м.  
Научноизследователски институт  
Медицински университет – Плевен  
ул. „Св. Климент Охридски” 1  
Плевен 5800  
e-mail: kirovkg@yahoo.com